

Opdrachtgever:

DG Rijkswaterstaat, RIZA

## Uitbreiding FEWS-NL

Versie 1.0

Rapport

mei 2006



Opdrachtgever:

DG Rijkswaterstaat, RIZA

## Uitbreiding FEWS-NL

Versie 1.0

Albrecht Weerts, Thieu van Mierlo

Rapport

mei 2006



## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>1—1</b>
1.1	Huidige status .....	1—2
<b>2</b>	<b>Algemene configuratie .....</b>	<b>2—1</b>
2.1	Locaties .....	2—1
2.2	Parameters .....	2—3
2.3	Filters .....	2—3
2.4	Importeren .....	2—5
2.5	Validatie .....	2—7
2.6	Interpolatie .....	2—9
2.7	Modellen – Maas .....	2—10
2.7.1	HBV model .....	2—11
2.7.2	Statistische relaties voor laterale instroming in de Maas in Nederland .....	2—15
2.7.3	SOBEK model .....	2—16
2.8	Modellen – Rijn .....	2—19
2.8.1	HBV model .....	2—19
2.8.2	Statistische relaties voor de laterale instroming in de Nederlandse Rijntakken .....	2—25
2.8.3	SOBEK modellen .....	2—26
2.9	Meervoudig lineair regressie (MLR) model .....	2—31
2.9.1	MLR zonder neerslagvoorspelling .....	2—32
	1 dag vooruit .....	2—33
	2 dagen vooruit .....	2—34
	3 dagen vooruit .....	2—35

4 dagen vooruit.....	2—36
2.9.2 MLR met DWD-LM voorspelling .....	2—38
2 dagen vooruit.....	2—38
3 dagen vooruit.....	2—39
4 dagen vooruit.....	2—41
<b>3 Workflows .....</b>	<b>3—1</b>
3.1 Inleiding .....	3—1
3.1.1 Algemene Workflows.....	3—1
3.1.2 Workflows specifiek voor de Maas .....	3—1
3.1.3 Workflows specifiek voor de Rijn.....	3—3
3.2 ImportExternal .....	3—4
3.3 Maas_Interpolate.....	3—7
3.4 Maas_Update.....	3—12
3.5 Maas_Forecast_<bron>.....	3—18
3.6 Maas_Forecast.....	3—18
3.7 Rijn_Interpolate.....	3—18
3.8 Rijn_Update .....	3—23
3.9 Rijn_Forecast_<bron>.....	3—29
3.10 Rijn_Forecast .....	3—29
3.11 Report_Export .....	3—29
<b>4 Voorspellingen.....</b>	<b>4—1</b>
4.1 Inleiding .....	4—1
4.2 Maas_Forecast_HIRLAM.....	4—1
4.3 Maas_Forecast_DWD-GME.....	4—9
4.4 Maas_Forecast_DWD-LM.....	4—10
4.5 Maas_Forecast_ECMWF-DET .....	4—10

4.6	Maas_Forecast_ECMWF-EPS .....	4—10
4.7	Rijn_Forecast_HIRLAM .....	4—10
4.8	Rijn_Forecast_DWD-GME .....	4—18
4.9	Rijn_Forecast_DWD-LM .....	4—19
4.10	Rijn_Forecast_ECMWF-DET .....	4—20
4.11	Rijn_Forecast_ECMWF-EPS .....	4—20
<b>5</b>	<b>Operationeel systeem .....</b>	<b>5—1</b>
5.1	Systeemstructuur .....	5—1
5.2	Configuratie operationeel systeem .....	5—3
5.2.1	Data importeren .....	5—3
5.2.2	Voorspellingen uitvoeren .....	5—4
<b>A</b>	<b>Locaties .....</b>	<b>A—1</b>
<b>B</b>	<b>Parameters .....</b>	<b>B—1</b>





# I Inleiding

Dit document beschrijft de configuratie van het prototype FEWS-NL. FEWS-NL bestaat uit een hoogwatervoorspellingsstelsel voor de Rijn vanaf de bron (Zwitserland) tot Werkendam, Krimpen aan de Lek en het Keteldiep in Nederland en voor de Maas van de bron Chooz (Frankrijk) tot Keizersveer in Nederland. De configuratie van dit prototype is een uitbreiding van het stelsel FEWS-NL dat op 1 september als schaduwstelsel bij RIZA in gebruik is genomen. Dit stelsel bestond uit een hoogwatervoorspellingsstelsel voor de Maas tussen Chooz en Borgharen en voor de Rijn tussen Maxau en Lobith. Dit eerste FEWS-NL stelsel was uitgevoerd in het kader van een door RIZA met WL | Delft Hydraulics gesloten overeenkomst RI-4326 en met WL project nummer Q3933. Het project waarover onderliggend document rapporteert wordt uitgevoerd in het kader van een door RIZA met WL | Delft Hydraulics gesloten overeenkomst met opdracht nummer 8052232- (WL project nummer Q4025).

Dit rapport beschrijft de status van het prototype zoals deze is geconfigureerd als *stand-alone* stelsel. Met deze *stand-alone* versie kan op basis van gemeten hydrologische en meteorologische randvoorwaarden, alsmede de meteorologische voorspellingen, een voorspelling van afvoer en waterstand gemaakt worden voor de Rijn bij Lobith. Tevens kunnen dergelijke voorspellingen worden gedaan voor diverse locaties langs de Waal, Lek en IJssel. Voor de Maas kunnen waterstanden voorspeld worden voor meetstation Borgharen en voor meerdere locaties tot en met Keizersveer.

Voor de Rijn maakt het stelsel gebruik van gekalibreerde neerslagafvoer modellen (HBV) voor de aanvoer van de zijrivieren in Duitsland en van statistische relaties voor de laterale instroming in Nederland. Voor de simulatie van de stroming door de Rijn maakt FEWS-NL gebruik van twee hydraulische modellen van de Rijn met diverse zijtakken zoals de Moezel, Lahn, Neckar en de Main (SOBEK-model FEWS Rijn 2.03 and 2.04). Het eerste SOBEK model is dat voor het traject Maxau tot aan Werkendam inclusief de Lek tot aan Krimpen aan de Lek en de IJssel tot het Keteldiep. Het tweede SOBEK model is dat van Andernach tot dezelfde benedenstroomse randen Werkendam, Krimpen aan de Lek en Keteldiep. Naast deze deterministische modellen is voor de afvoer- en waterstandsvoorspelling bij Lobith ook het meervoudige lineaire regressie model (MLR-model) bij Lobith opgenomen.

Voor de Maas maakt FEWS-NL gebruik van gekalibreerde neerslag-afvoermodellen (HBV) voor de laterale instroom in België, van statistische relaties voor de laterale instroming in Nederland en van een hydraulisch model van Chooz tot Keizersveer (SOBEK-model FEWS Maas 2.10).

In dit rapport wordt de configuratie van FEWS-NL kort beschreven. In het tweede hoofdstuk worden de gebruikte data en modellen beschreven. In het derde hoofdstuk worden de workflows zoals gedefinieerd in FEWS-NL toegelicht. Voor elke workflow worden de taken die de workflow uitvoert beschreven. In het vierde hoofdstuk worden de workflows voor de voorspellingen afzonderlijk behandeld. Het laatste hoofdstuk geeft een overzicht van de opbouw van het operationeel stelsel en hoe deze is geconfigureerd.

Het rapport geeft alleen een overzicht van de configuratie van FEWS-NL. Voor een beschrijving hoe alle opties in Delft FEWS te gebruiken, wordt naar de handleiding of de Help functies in FEWS-NL verwezen.

## **I.1 Huidige status**

Dit rapport geeft de status weer van het voorspellingsysteem FEWS-NL zoals dit gebruikt wordt om het pre-operationele systeem FEWS-NL op te zetten. De configuratie van het FEWS NL is ten tijde van het schrijven van dit rapport zo volledig mogelijk. FEWS-NL is vanaf september 2005 als pre-operationeel schaduwsysteem gaan draaien. Het huidige FEWS-NL is een uitbreiding op deze originele versie en zal uitvoerig getest moeten worden alvorens het volgens doelstelling eind 2007 als operationeel systeem in gebruik genomen zal worden.

## 2 Algemene configuratie

### 2.1 Locaties

De locaties die gebruikt worden in FEWS-NL zijn opgenomen in het bestand ‘Locations 1.00 default.xml’. Hierin zijn alle locaties van zowel Maas en Rijn opgenomen.

Locaties bestaan uit hydrologische en meteorologische stations, en centrapunten van HBV-stroomgebieden. Een aantal fictieve locaties zijn aan het FEWS toegevoegd om bijvoorbeeld de beschikbaarheid van voorspellingen van het KNMI en ECMWF voor neerslag en temperatuur te kunnen weergeven, maar ook waar noodzakelijk in de voorbereiding van modelinvoer. De in FEWS-NL gedefinieerde locaties zijn gegeven in de tabel in bijlage A.

Locaties kunnen gegroepeerd worden tot locatiesets. Hiermee kan in het FEWS eenvoudig gebruik worden gemaakt bij handelingen die meerdere locaties moeten meenemen. Deze locatiesets geven in het FEWS de locaties ook overzichtelijk weer en maken het selecteren eenvoudiger. De locatie sets zijn geconfigureerd in ‘LocationSets 1.00 default.xml’. De gebruikte locatiesets zijn weergegeven in Tabel 2-1.

Tabel 2-1 Lijst met gebruikte locatiesets





Locatie sets	Beschrijving
<b>Hydrologische Locatie Sets Maas</b>	
MSW_Maas	Alle locaties waar een meting (afvoer, waterstand & neerslag) uit het MSW systeem beschikbaar is.
MSW_Maas_q	Alle locaties waar een afvoermeting uit het MSW systeem beschikbaar is.
METSethy_Maas_q	Alle locaties waar een afvoermeting afkomstig van MET Sethy uit het MSW systeem beschikbaar is.
MSW_Maas_RWS_q	Alle locaties waar een afvoermeting afkomstig van RWS uit het MSW systeem beschikbaar is.
HBV_Maas_Centroids	Centrumpunten van de HBV-stroomgebieden
HBV_Maas_Output	Alle locaties waar het HBV model voor de Maas uitvoer geeft.
LAT_Maas_Output	Berekende afvoeren van de belangrijke beken voor de Maas.
HBV_Maas_ARupdate	Locaties waar de door HBV berekende afvoer wordt gecorrigeerd met de beschikbare metingen door een Error Model.
HBV_Maas_AggregateInput	Geaggregeerde stroomgebieden voor de Maas.
SBK_Maas_Inflows_updated	Locaties waar een door het Error Model gecorrigeerde invoer in SOBEK wordt gebruikt
SBK_Maas_Inflows_simulated	Alle locaties waar een laterale afvoerrandvoorwaarde direct als invoer in SOBEK wordt gebruikt
SBK_Maas_Outputs	Alle SOBEK uitvoerlocaties tussen Chooz en Borgharen-Dorp
<b>Hydrologische Locatie Sets Rijn</b>	
MSW_Rijn_h	Locaties waar een gemeten waterstand uit MSW/BC2000 beschikbaar is

<b>Locatie sets</b>	<b>Beschrijving</b>
MSW_Rijn_NL_h	Locaties in Nederland waar een gemeten waterstand uit MSW beschikbaar is
MSW_Rijn_q	Locaties waar een “gemeten” afvoer wordt bepaald door middel van een Q-h relatie. Dit is een deel van de locaties in “MSW_Rijn_h”
MSW_Rijn_NL_q	Locaties waar gemeten afvoer en waterstanden uit MSW beschikbaar is
HBV_Rijn_ARupdated	Locaties waar de door HBV berekende afvoer wordt gecorrigeerd met de meting door een Error Model.
HBV_Rijn_Output	Alle locaties waar het HBV model voor de Rijn uitvoer geeft.
LAT_Rijn_Output	Berekende afvoeren van de belangrijke lateralen voor de IJssel
WSD_Rijn_h	Locaties waar een externe waterstandsvoorspelling uit WSD mogelijk beschikbaar is.
ExternalForecast_Rijn_beneden	Locaties waar een externe waterstandsvoorspelling mogelijk beschikbaar is.
HBV_Rijn_Centroids	Centrumpunten van de HBV-stroomgebieden
HBV_Rijn_AggregateInput	Geaggregeerde stroomgebieden voor de Rijn (bijvoorbeeld Mosel, Neckar enz.).
SBK_AndLob_Inputs_updated	Locaties waar een door het Error Model gecorrigeerde invoer in SOBEK wordt gebruikt (Andernach-Lobith Model)
SBK_MaxLob_Inputs_updated	Locaties waar een door het Error Model gecorrigeerde invoer in SOBEK wordt gebruikt (Maxau-Lobith Model)
SBK_Rijn_FlowBoundary	Alle locaties die als bovenstroomse afvoer randvoorwaarde in SOBEK worden gebruikt (zowel Andernach-Lobith als Maxau-Lobith modellen).
SBK_AndLob_Boundary_updated	Alle locaties waar een bovenstroomse afvoerrandvoorwaarde die door het Error Model gecorrigeerde invoer in SOBEK wordt gebruikt (Andernach-Lobith)
SBK_MaxLob_Boundary_updated	Alle locaties waar een bovenstroomse afvoerrandvoorwaarde die door het Error Model gecorrigeerde invoer in SOBEK wordt gebruikt (Maxau-Lobith)
SBK_AndLob_Laterals_updated	Alle locaties waar een laterale afvoerrandvoorwaarde na correctie door het Error Model als invoer in SOBEK wordt gebruikt (Andernach-Lobith)
SBK_MaxLob_Laterals_updated	Alle locaties waar een laterale afvoerrandvoorwaarde na correctie door het Error Model als invoer in SOBEK wordt gebruikt (Maxau-Lobith)
SBK_AndLob_Laterals_simulated	Alle locaties waar een laterale afvoerrandvoorwaarde direct als invoer in SOBEK wordt gebruikt (Andernach-Lobith)
SBK_MaxLob_Laterals_simulated	Alle locaties waar een laterale afvoerrandvoorwaarde direct als invoer in SOBEK wordt gebruikt (Maxau-Lobith)
SBK_AndLob_Outputs	Alle SOBEK uitvoerlocaties tussen Andernach en mondingen
SBK_MaxAnd_Outputs	Alle SOBEK uitvoerlocaties tussen Maxau en Andernach
SBK_MaxLob_Outputs	Alle SOBEK uitvoerlocaties tussen Maxau en mondingen (omvat de vorige twee Locatie Sets).
<b>Meteorologische Locatie Sets</b>	
TTRRStations_DWD	Alle locaties waar uurlijkse neerslag/temperatuur metingen van de DWD beschikbaar zijn
SynopStations_DWD	Alle locaties waar synoptische gegevens afkomstig van de DWD beschikbaar zijn (deels overlappend met “SynopStations_KNMI”)

Locatie sets	Beschrijving
SynopStations_KNMI	Alle locaties waar synoptische gegevens afkomstig van het KNMI beschikbaar zijn (deels overlappend met “SynopStations_DWD”)
METSethy_Maas_p	Alle locaties waar uurlijkse neerslag/temperatuur metingen van de MET Sethy beschikbaar zijn (via MSW)
RainGauges_Rijn	Alle locaties waar een neerslagmeting beschikbaar zijn of gebruikt worden in de Rijn (Uur neerslag & synoptisch)
RainGauges_Maas	Alle locaties waar een neerslagmeting beschikbaar zijn of gebruikt worden in de Maas (Uur neerslag & synoptisch)
Overige	
HBV_Centroids	Centrumpunten van de HBV-stroomgebieden van zowel Rijn en Maas

Aan elke locatieset kan ook een eigen icoon worden gekoppeld via het bestand ‘LocationIcons 1.00.xml’ in de system config folder. De configuratie van de iconen voor de locatiesets is in onderstaande tabel gegeven.

Tabel 2-2 Lijst met locatie (sets) en de gebruikte iconen

Beschrijving	Icoon GIF bestand	GIF
Hydrologische meetlocaties (afvoer & waterstand)	fluvial_site_data	
Neerslag stations synoptisch netwerk (KNMI & DWD)	meteo_site_data	
Neerslag stations uur waarnemingen (Met Sethy & DWD)	coastal_site_data	
Centrumpunten van HBV-stroomgebieden	catchment_centre_point_data	

## 2.2 Parameters

De gebruikte parameters in FEWS-NL zijn te vinden in Appendix B.

## 2.3 Filters

Met behulp van filters kan de gebruiker eenvoudig sets van locaties en parameters selecteren. Via deze filters kan men locatiesets groeperen en koppelen aan parameters. Voor elke locatie wordt bepaald of er recente gegevens beschikbaar zijn of niet en zichtbaar gemaakt via een icoon. Met deze filters worden locaties(ets) en parameters overzichtelijk gegroepeerd. In FEWS-NL zijn de filters voor Rijn en Maas als aparte groepen gedefinieerd. De gedefinieerde filters voor de Rijn zijn in Tabel 2-4 gegeven, die voor de Maas in Tabel 2-3.

## Maas

Tabel 2-3 Lijst met gebruikte filters voor de Maas (HIRLAM geldt hier als voorbeeld – dezelfde filters zijn beschikbaar voor de andere externe voorspellingen; DWD-LM; DWD-GME; ECMWF-DET en ECMWF-EPS.

Filter	Beschrijving
Hydro measurements	Alle locaties met hydrologische reeksen
Meteo measurements	Alle locaties met meteorologische reeksen
Meteo measurements interpolations	Locaties waar beschikbare meteorologische gegevens naar worden geïnterpoleerd (HBV stroomgebieden)
Hydro updates	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uitstroompunten van de HBV Modellen voor de Update periode</li> <li>• Debiet- en waterstands locaties van het SOBEK model voor de Update periode</li> </ul>
HBV catchments	Centrumpunten van HBV-stroomgebieden
Hydro forecasts	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uitstroompunten van de HBV Modellen voor de voorspelperiode</li> <li>• Debiet- en waterstands locaties van het SOBEK model voor de voorspelperiode</li> </ul>
Meteo forecasts (HIRLAM)	Voorspelde neerslag en temperatuur voor de HIRLAM voorspelling
Hydro forecasts (HIRLAM)	Uitstroompunten van de HBV Modellen voor de voorspelperiode (HIRLAM voorspelling) en debiet- en waterstands locaties van het SOBEK model voor de voorspelperiode voor de HIRLAM voorspelling.

## Rijn

Tabel 2-4 Lijst met gebruikte filters voor de Rijn (HIRLAM geldt hier als voorbeeld – dezelfde filters zijn beschikbaar voor de andere externe voorspellingen; DWD-LM; DWD-GME; ECMWF-DET en ECMWF-EPS.

Filter	Beschrijving
Hydro measurements	Alle locaties met hydrologische reeksen & MLR voorspellingen voor Lobith
Meteo measurements	Alle locaties met meteorologische reeksen
Meteo measurements interpolations	Locaties waar beschikbare meteorologische gegevens naar worden geïnterpoleerd (HBV stroomgebieden)
Hydro forecasts (external)	Locaties waar een externe afvoer of waterstandsvoorspelling beschikbaar is of handmatig kan worden ingevoerd.
Hydro updates (HBV)	Uitstroompunten van de HBV Modellen voor de Update periode
Hydro updates (SBK)	Debiet- en waterstands locaties van het SOBEK model voor de Update periode
HBV catchments	Centrumpunten van HBV-stroomgebieden
Meteo forecasts (HIRLAM)	Voorspelde neerslag en temperatuur voor de HIRLAM voorspelling

Filter	Beschrijving
Hydro forecasts - HBV (HIRLAM)	Uitstroompunten van de HBV Modellen voor de voorspelperiode (HIRLAM voorspelling)
Hydro forecasts - SBK (HIRLAM)	Debiet- en waterstands locaties van het SOBEK model voor de voorspelperiode voor de HIRLAM voorspelling.

## 2.4 Importeren

Gegevens van hydrologische en meteorologische stations worden geïmporteerd via een import module. Deze import module importeert gegevens in verschillende ASCII formaten (bijvoorbeeld MSW data, DWD data en KNMI data) of in GRIB formaat (door de Grid import module, bijvoorbeeld HIRLAM en ECMWF voorspellingen) en plaatst deze in de database. Omdat de database alleen SI-eenheden ondersteunt, worden de gegevens waar nodig eerst geconverteerd via ‘UnitConversionFiles’. Indien vlaggen aangeven wat de kwaliteit van de geleverde gegevens is, worden deze geconverteerd naar de voor het Delft FEWS gestandaardiseerde vlaggen met behulp van ‘FlagConversionFiles’. De ID’s die gebruikt worden in de externe bestanden moeten geconverteerd worden naar ID’s die in het Delft FEWS gebruikt worden. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van *ID-mapping* configuratie bestanden.

De te importeren gegevens zijn afkomstig van verschillende bronnen. Hierbij worden gegevens geïmporteerd die zowel gebruikt worden voor de voorspellingen voor beide rivieren, als gegevens die in de voorspellingen voor een van beide rivieren worden gebruikt.

### Maas & Rijn

Tabel 2-5 Overzicht invoergegevens FEWS-NL die zowel in Maas en Rijn worden gebruikt

Beschrijving	Type	Bron	Resolutie	Aantal Stations	Formaat
DWD-GME	Voorspelling	DWD	3 uur	GRID	GME (ASCII)
DWD-LM	Voorspelling	DWD	1 uur	GRID	LM (ASCII)
KNMI-HIRLAM	Voorspelling	KNMI	1 uur	GRID	GRIB
ECMWF-Deterministisch	Voorspelling	ECMWF	12 uur	GRID	GRIB
ECMWF-Ensemble	Voorspelling	ECMWF	12 uur	GRID	GRIB

### Maas

Tabel 2-6 Overzicht invoergegevens FEWS-Maas

Beschrijving	Type	Bron	Resolutie	Aantal Stations	Formaat
Rivier meetstations	Historisch	MSW	1 uur	49	CSV
Neerslagmeetstations	Historisch	MSW	1 uur	6	CSV
Synoptisch Neerslag <sup>1,2</sup>	Historisch	KNMI	6/12 uur	ca. 9	ASCII
Synoptisch Temperatuur <sup>1</sup>	Historisch	KNMI	12 uur	ca. 9	ASCII
Neerslagmeetstations <sup>2</sup>	Historisch	DWD-TTRR	1 uur	5	ASCII

Beschrijving	Type	Bron	Resolutie	Aantal Stations	Formaat
Temperatuurmeetstations <sup>2</sup>	Historisch	DWD-TTRR	1 uur	5	ASCII
Synoptisch Neerslag <sup>2</sup>	Historisch	DWD-SYNOP	6/12 uur	24	ASCII

<sup>1</sup> De synoptische data van KNMI worden vier keer per dag geleverd. Deze bevat om 07:00 de minimum en om 19:00 de maximum temperatuur data over de laatste 24 uur; en voor beide tijdstippen de neerslag over de laatste 12 uur. Om 13:00 en 01:00 worden alleen de neerslag data over de laatste 6 uur geleverd.

<sup>2</sup> Data van de KNMI-Synop stations worden voor een klein aantal stations zowel in Maas en Rijn gebruikt. Dit geldt eveneens voor een aantal DWD synoptische en TTRR stations.

## Rijn

Tabel 2-7 Overzicht invoergegevens FEWS-Rijn

Beschrijving	Type	Bron	Resolutie	Aantal locaties	Formaat
Rivier meetstations	Historisch	MSW	1 uur	63	CSV
Rivier meetstations	Historisch	BC2000 <sup>2</sup>	1 uur	39	ASCII
Neerslagmeetstations	Historisch	DWD-TTRR	1 uur	46	ASCII
Temperatuurmeetstations	Historisch	DWD-TTRR	1 uur	139	ASCII
Synoptisch Neerslag <sup>1,3</sup>	Historisch	DWD-SYNOP	6/12 uur	139	ASCII
Externe voorspelling	Voorspel	WSD	2 uur	1	ASCII

<sup>1</sup> De synoptische data van SYNOP worden vier keer per dag geleverd. de neerslag over de laatste 12 uur of over de laatste 6 uur. Beide gegevens worden gebruikt, waarbij gaten in de 6 uur reeks worden aangevuld vanuit de 12 uur reeks.

<sup>2</sup> Data voor de riviermeetstations kan zowel uit MSW als BC2000 geïmporteerd worden. Hierbij geldt MSW als primair operationele bron en BC2000 als archief. Bij aanwezigheid van beide series zal BC2000 voorrang krijgen omdat deze eventueel gecorrigeerde data bevat.

<sup>3</sup> Data van de DWD synoptische stations worden voor een klein aantal stations zowel in Maas en Rijn gebruikt. Dit geldt eveneens voor een aantal KNMI synoptische stations.

Bij het importeren worden alle bestanden uit een opgegeven locatie (folder) ingelezen, ongeacht de naam of extensie van het bestand. Voor elke bron wordt gebruik gemaakt van een aparte invoerfolder. Er is een onderverdeling gemaakt in te importeren grids en te importeren tijd serie gegevens. De folders die gebruikt zijn voor elk te importeren type gegevens zijn gegeven in onderstaande tabel. Hierbij is <FEWS-NL> het pad waar het FEWS geïnstalleerd is (bijvoorbeeld D:\FEWSNL\FEWSNL\).



Tabel 2-8 Overzicht invoergegevens FEWS-NL

Beschrijving	Folder
MSW Data (Maas)	<FEWS-NL>\Import\MSW_Maas
MSW Data (Rijn)	<FEWS-NL>\Import\MSW_Rijn
BC2000 Data (Rijn)	<FEWS-NL>\Import\BC2000
Astronomical (Rijn & Maas)	<FEWS-NL>\Import\Astronomical
KNMI Synoptische data	<FEWS-NL>\Import\KNMI_Synoptic
DWD Synoptische data	<FEWS-NL>\Import\Synop
DWD TTRR data	<FEWS-NL>\Import\TTRR
Externe voorspellingen (WSD)	<FEWS-NL>\Import\WSD
DWD-GME	<FEWS-NL>\Import\DWD_GME
DWD-LM	<FEWS-NL>\Import\DWD_LM
KNMI-HIRLAM	<FEWS-NL>\Import\KNMI_HIRLAM
ECMWF-Deterministisch	<FEWS-NL>\Import\ECMWF_DET
ECMWF-Ensemble	<FEWS-NL>\Import\ECMWF_EPS

## 2.5 Validatie

Gegevens die in FEWS NL geïmporteerd of gegenereerd worden, moeten worden gevalideerd. Hiervoor zijn validatieregels opgesteld. Deze validatieregels zorgen ervoor dat fouten en ongeloofwaardige uitschieters opgespoord worden. Ongeloofwaardige of vreemde waarden krijgen een vlaggetje dat aangeeft dat er iets vreemds met de data is. De gebruiker kan dan kiezen of die gegevens gebruikt moeten worden of niet. Echte fouten, boven hard maximum en onder hard minimum, worden via de validatieregels uit de reeks gehaald. Deze worden weliswaar opgeslagen in het FEWS, maar zullen nooit worden doorgegeven aan modellen. In de tijdserie tabel wordt door een gele achtergrond kleur aangegeven dat de waarden zijn afgekeurd. Tabel 2-9 geeft de validatieregels voor de verschillende stations met verschillende type gegevens. Het FEWS kent naast maximum en minimum waarden ook validatieregels die de snelheid van stijging/daling controleren. Deze grenzen zijn voor de meetlocaties in FEWS NL echter niet voorhanden en daardoor ook niet geconfigureerd. Voor de gegevens waar validatieregels zijn gedefinieerd, zullen deze altijd worden toegepast voordat die gegevens in de database worden geschreven. Validatie hoeft daarom niet als aparte actie te worden uitgevoerd in een workflow. De geconfigureerde validatieregels zijn vastgelegd in het bestand “ValidationRuleSets 1.00 default.xml”.

### Maas

Tabel 2-9 Validatieregels voor verschillende typen data voor de Maas

Parameter	Station	Herkomst	Min	Soft max	Hard max
Q.m	Amay	MET Sethy	8*	2250	3400
Q.m	Angleur	MET Sethy	2	1000	1500
Q.m	Chaudfontaine	MET Sethy	0,2	170	300
Q.m	Chooz	MET Sethy	6	1575	2500
Q.m	Floriffoux	MET Sethy	0,5	424	650

Parameter	Station	Herkomst	Min	Soft max	Hard max
Q.m	Gendron	MET Sethy	0,3	448	700
Q.m	Haccourt	MET Sethy	-50	100	150
Q.m	Lanaye	MET Sethy	-20	20	40
Q.m	Lixhe	MET Sethy	5*	3050	4600
Q.m	Martinrive	MET Sethy	0,5	297	500
Q.m	Membre pont	MET Sethy	0,5	550	850
Q.m	Salzannes	MET Sethy	0,5	424	650
Q.m	Tabreux	MET Sethy	0,3	427	650
Q.m	Treignes	MET Sethy	0,2	273	450
Q.m	Vise	MET Sethy	5*	3050	4600
Q.m	St Pieter	RWS stations	5*	3050	4600
Q.m	Borgharen Dorp	RWS stations	5*	3050	4600
P.06	synop. stations	KNMI 6 uur	0	50	150
P.12	synop. stations	KNMI 12 uur	0	60	200
P.m	neerslag stations	Met	0	20	50

\* Door de werking van de stuwen kunnen afvoerwaarde ook tijdelijk 0 of zelfs negatief zijn.

## Rijn

Tabel 2-10 Validatieregels voor verschillende typen data voor de Rijn

Parameter	Station	Herkomst	Hard Min	Soft Min	Soft max	Hard max
Q.m	Lobith	Q-h relatie	700	865	15000	30000
Q.m	Nierstein	Q-h relatie	0	0	30000	30000
Q.m	Koblenz	Q-h relatie	0	540	6000	30000
Q.m	Friedrichsthal	Q-h relatie	0	0	160	30000
Q.m	Rockenau	Q-h relatie	0	35	2868	30000
Q.m	Maxaul	Q-h relatie	0	330	5500	30000
Q.m	Speyer	Q-h relatie	0	338	5492	30000
Q.m	Mannheim	Q-h relatie	0	0	30000	30000
Q.m	Worms	Q-h relatie	0	402	6500	30000
Q.m	Mainz	Q-h relatie	0	440	7497	30000
Q.m	AltenAhr	Q-h relatie	0	0	207	30000
Q.m	Neubruock	Q-h relatie	0	0	50	30000
Q.m	Kalkhofen	Q-h relatie	0	4	854	30000
Q.m	Schermbeck	Q-h relatie	0	6	450	30000
Q.m	Cochem	Q-h relatie	0	50	4060	30000
Q.m	Grolsheim	Q-h relatie	0	0	1150	30000
Q.m	Bingen	Q-h relatie	0	0	30000	30000
Q.m	Kaub	Q-h relatie	0	476	7490	30000
Q.m	Andernach	Q-h relatie	0	530	10997	30000
Q.m	Bonn	Q-h relatie	0	520	10991	30000
Q.m	Koeln	Q-h relatie	0	599	11695	30000
Q.m	Duesseldorf	Q-h relatie	0	533	12901	30000
Q.m	Ruhrort	Q-h relatie	0	341	15022	30000
Q.m	Wesel	Q-h relatie	0	385	15013	30000

Parameter	Station	Herkomst	Hard Min	Soft Min	Soft max	Hard max
Q.m	Rees	Q-h relatie	0	609	13790	30000
Q.m	Emmerich	Q-h relatie	0	664	15009	30000
Q.m	Hattingen	Q-h relatie	0	12	885	30000
Q.m	Menden	Q-h relatie	0	1	1280	30000
Q.m	Opladen	Q-h relatie	0	0	170	30000
Q.m	Koenigstrasse	Q-h relatie	0	6	381	30000
Q.m	Raunheim	Q-h relatie	0	50	3060	30000
Q.m	Rheinfelden	Q-h relatie	0	50	3060	30000
P.06	synop. stations	DWD 6 uur	0	0	50	150
P.12	synop. stations	DWD 12 uur	0	0	60	200
P.m	neerslag stations	TTRR	0	0	50	90
Tm	neerslag stations	TTRR/Synop	-50	-25	-	40

## 2.6 Interpolatie

### Interpolatie van reeksen

Gegevens die aan de SOBEK of HBV-modellen worden aangeboden, moeten eerst worden geïnterpoleerd om perioden met ontbrekende waarden op te vullen. Voor de parameters temperatuur en neerslag moeten de gaten worden gevuld met behulp van interpolatie. De methode die hiervoor gebruikt is, wordt verder toegelicht in paragraaf 3.7.

### Ruimtelijke interpolatie

De bewerkte neerslag- en temperatuurreeksen van meetstations moeten worden vertaald naar invoerreeksen voor HBV-stroomgebieden door middel van een ruimtelijke interpolatie.

### Neerslag

Voor het stroomgebied van de Maas bovenstrooms van Borgharen zijn er waarnemingen voor de neerslag beschikbaar van 33 Synoptische meetstations (KNMI & DWD) en 16 stations met uurwaarnemingen (Met Sethy + TTRR). Deze neerslaggegevens moeten aan de 15 HBV-stroomgebieden gekoppeld worden.

Voor het stroomgebied van de Rijn bovenstrooms van Lobith zijn er waarnemingen voor de neerslag beschikbaar van 139 Synoptische meetstations (DWD-Synop) en 46 stations met uurwaarnemingen (DWD-TTRR). Deze neerslaggegevens moeten aan de 134 HBV-stroomgebieden gekoppeld worden.

Om van de tijdreeksen met verschillende tijdstappen van verschillende meetstations tot ruimtelijk geïnterpoleerde neerslagreeksen voor elk HBV-stroomgebied te komen, moet een aantal stappen doorlopen worden. Deze worden later in dit rapport toegelicht.

## Temperatuur

Voor het stroomgebied van de Maas bovenstrooms van Borgharen zijn er voor 9 Synoptische meetstations (KNMI) temperatuurgegevens als dagmaximum en dagminimum beschikbaar en 31 synoptisch DWD temperatuurgegevens. Deze temperatuurgegevens moeten aan de 15 HBV-stroomgebieden gekoppeld worden.

Voor het stroomgebied van de Rijn bovenstrooms van Lobith zijn er voor 46 stations uurwaarnemingen van temperatuurgegevens beschikbaar (DWD-TTRR) en 139 synoptische temperatuurgegevens. Deze temperatuurgegevens moeten aan de 134 HBV-stroomgebieden gekoppeld worden.

Om van de invoer tijdreeksen tot een ruimtelijk geïnterpoleerde temperatuurreeks voor elk HBV-stroomgebied te komen, moet een aantal stappen doorlopen worden. Deze worden verder in dit rapport toegelicht.

## Voorspellingen

De voorspellingen voor neerslag en temperatuur worden geleverd als gebiedsdekkende informatie in de vorm van grids. Deze omvatten zowel de stroomgebieden van Rijn en Maas. Om deze informatie te kunnen koppelen aan de centropunten van de HBV-stroomgebieden wordt afhankelijk van de grootte van de gridcellen op twee manieren een neerslagreeks afgeleid:

- Voor voorspellingen waarbij de gridcellen groot zijn in vergelijking met de grootte van de HBV-stroomgebieden wordt gebruik gemaakt van bi-lineaire interpolatie. Dit geldt zowel voor de ECMWF voorspellingen als voor de DWD-GME voorspellingen;
- Voor voorspellingen waarbij de gridcellen klein zijn in vergelijking met de grootte van de stroomgebieden wordt gebruik gemaakt van een zogenaamde “cookie cutter”. Hierbij wordt vooraf bepaald welke gridcellen in het stroomgebied vallen. Cellen die gedeeltelijk in het ene en gedeeltelijk in het andere stroomgebied vallen worden normaliter aan slechts één gebied toegekend. De neerslagreeks voor het stroomgebied wordt dan bepaald aan de hand van het gemiddelde van de cellen die tot het stroomgebied behoren.

## 2.7 Modellen – Maas

Hydrologische en hydraulische berekeningen worden uitgevoerd met de gekalibreerde HBV en SOBEK modellen van de Maas. Het HBV model is onderverdeeld in een aantal deelstroomgebieden, waaronder de Maas bovenstrooms van Chooz en de belangrijke zijrivieren van de Maas (bijvoorbeeld Ourthe, Semois, enz.). De voor deze zijrivieren berekende hydrografen worden als randvoorwaarde in het SOBEK model gebracht. Ook zijn er een aantal (kleinere) deelstroomgebieden die het aan de Maas aanliggende gebied beschrijven. Deze worden als diffuse toestroom in het SOBEK model gebracht.

### 2.7.1 HBV model

Voor de berekening van afvoer uit de deelstroomgebieden van de Maas wordt gebruik gemaakt van het hydrologisch model HBV. Dit is een conceptueel model dat voor elk deelstroomgebied aan de hand van waargenomen en/of voorspelde neerslag en temperatuur de afvoer voor dat deelstroomgebied berekent.

Voor de Maas is een HBV schematisatie gebruikt die het gehele stroomgebied van de Maas bovenstrooms van Borgharen beschrijft in 15 deelstroomgebieden. Het model dat voor de Maas wordt gebruikt rekent met een tijdstap van 1 uur, en is afgeleid van een gekalibreerd HBV model voor de Maas dat met een tijdstap van 1 dag rekende. Voor de applicatie in FEWS-NL zijn de volgende aanpassingen aan dit model verricht:

- Voor het voorspellingsmodel zal HBV draaien met een tijdstap van een uur. Hiervoor zijn de tijdsafhankelijke parameters MAXBAS en HQ aangepast. De overige parameters hoeven niet te worden aangepast. De aanpassing van HQ betreft een systematische (delen door 24). De aanpassing van MAXBAS is gebaseerd op ervaringen met het omzetten van het HBV model van een 24 uren resolutie naar een 6 uren resolutie tijdens een eerdere studie. Uit een eerdere studie bleek tevens dat de modelresultaten van HBV niet erg gevoelig zijn voor het aanpassen van MAXBAS. RIZA is zich ervan bewust dat het omzetten van HBV-dag naar HBV-uur enkele onzekerheden met zich mee brengt. In een volgende fase zal het HBV-uur model nader gevalideerd worden;
- Tijdens het gebruik van HBV voor operationele voorspellingen zijn in tegenstelling tot de periode waarvoor de modellen gekalibreerd zijn, 1968-1998, geen gemeten verdampingsreeksen beschikbaar. De potentiële verdamping wordt daarom in het voorspellingsmodel berekend op basis van een tabel van gemiddelde waarden per locatie per kalendermaand. Deze waarden zijn berekend op basis van de 1968-1998 dataset, en zijn in de HBV schematisatie vastgelegd (in het bestand evap.dat).

Om binnen FEWS-NL voor de Maas de afvoeren te berekenen worden eerst voor alle 15 deelstroomgebieden de neerslag en temperatuur voor elk van de zwaartepunten berekend. Afhankelijk van de berekening kunnen deze worden afgeleid van de historische temperatuur en neerslagreeksen of de voorspelde temperatuur en neerslagreeksen. De door HBV berekende afvoeren worden bepaald voor de uitstroomlocaties van de deelstroomgebieden. Deze komen voor de grotere zijrivieren overeen met rivier meetstations. Voor een aantal kleinere stroomgebieden, als ook voor de aan de Maas grenzende laterale stroomgebieden zijn er geen meetstations beschikbaar. De HBV afvoer wordt voor deze deelstroomgebieden berekend op de locatie van de zwaartepunten van die gebieden. Een andere uitzondering is dat voor de meeste HBV deelstroomgebieden bovenstrooms van Chooz waar geen meetstation beschikbaar is alleen de afvoer te Chooz wordt gegeven.

Onderstaande tabel en figuur geven een overzicht van de HBV deelstroomgebieden, als ook overeenkomende locaties van de zwaartepunten en de uitstroomlocaties (zie ook figuur 2-1). De tabel geeft ook aan het stationsnummer zoals die in de HBV schematisatie wordt gebruikt (opgenomen in het koppelingsbestand "FEWSPTQ.KEY").

Tabel 2-11 Randvoorwaarden en laterale debieten

HBV deelstroomgebied	Locatie zwaartepunt (FEWS ID)	Locatie uitstroom (Naam)	Locatie uitstroom (FEWS ID)	Station- nummer HBV	Beschrijving
Lorraine Sud (HBV01)	I-MS-0001	-	-	1	Bovenstrooms van Chooz
Chiers (HBV02)	I-MS-0002	-	-	2	Bovenstrooms van Chooz
Lorraine Nord (HBV03)	I-MS-0003	-	-	3	Bovenstrooms van Chooz
Bar etc (HBV04)	I-MS-0004	Chooz	H-MS-0011	4	
Semois (HBV05)	I-MS-0005	Membre Pont	H-MS-0018	5	Bovenstrooms van Chooz
Viroin (HBV06)	I-MS-0006	Treignes	H-MS-0021	6	Bovenstrooms van Chooz
Maas Chooz- Namur (HBV07)	I-MS-0007	Maas Chooz- Namur-	I-MS-0007	7	aangrenzend deelstroomgebied
Lesse (HBV08)	I-MS-0008	Gendron	H-MS-0013	8	
Sambre (HBV09)	I-MS-0009	Salzannes	H-MS-0019	9	
Ourthe (HBV10)	I-MS-0010	Tabreux	H-MS-0020	10	
Ambleve (HBV11)	I-MS-0011	Martinrive	H-MS-0017	11	
Vesdre (HBV12)	I-MS-0012	Chaud- fontaine	H-MS-0010	12	
Mehaigne (HBV13)	I-MS-0013	Mehaigne	I-MS-0013	13	
Maas Namur- Monsin (HBV14)	I-MS-0014	Maas Namur- Monsin	I-MS-0014	14	aangrenzend deelstroomgebied
Jeker (HBV15)	I-MS-0015	Jeker	I-MS-0015	15	

\*Naast de aangrenzende deelstroomgebieden zijn er twee deelstroomgebieden die alleen voor de samenvloeiing van bovenstrooms gelegen deelstroomgebieden dienen. In de berekening hebben deze wel neerslag en temperatuur reeksen nodig. De waarden voor HBV deelstroomgebied 15 worden aan deze doorgegeven. In FEWS-NL zijn voor deze stroomgebieden geen locaties opgegeven, en de locaties worden daarom niet in de tabel opgenomen.



Figuur 2-1 Ligging HBV deelstroomgebieden

## Begintoestanden

Voor HBV worden de begin en eindtoestanden door Delft-FEWS beheerd. De berekeningen verlopen in twee stappen; een update run waarin met behulp van de historische gegevens de toestand wordt geactualiseerd, en een voorspellingsrun waarin op basis van de meest actuele toestand een voorspelling wordt gemaakt. Voor het model geldt dat een “Default” toestand gebruikt wordt voor een koude start, terwijl voor “warme” starts de meest geschikte toestand gebruikt wordt. Het systeem wordt zo ingericht dat de te gebruiken toestand tussen 1 dag oud en ca. 8 dagen oud is voor het HBV model. Op deze wijze worden de doorlooptijden van modelruns beperkt, terwijl er wel ruimte is om invoerdata handmatig te controleren en eventueel aan te passen.

In FEWS-NL zijn drie begintoestanden voor de HBV modellen voor de Maas opgenomen, deze zijn;

- Een “droge” begintoestand,
- Een “gemiddelde” begintoestand, en,
- Een “natte” begintoestand.

De “gemiddelde” begintoestand is genomen als de “default” begintoestand. Bij het uitvoeren van een koude start berekening kan de gebruiker vooraf een keuze maken. Indien geen keuze wordt gemaakt zal de default koude start begintoestand worden gebruikt.

## Foutcorrectie HBV afvoeren

Voor een aantal uitstroompunten van het HBV model zijn naast de door HBV berekende afvoeren eveneens “gemeten” debiet waarden beschikbaar over de historische periode. Door deze twee afvoeren te vergelijken kan een statistisch (ARMA) model worden opgesteld voor de te verwachten fout in de voorspelling. De voorspelling kan dan met deze verwachte fout gecorrigeerd worden. Dit wordt gedaan door middel van de “Error Correction” module, een integraal onderdeel van DELFT-FEWS. De gecorrigeerde gegevens worden gebruikt als invoer voor het SOBEK model.

Tabel 2-12 Locaties in de Maas waar met HBV berekende afvoer gecorrigeerd wordt

Locatie	FEWS ID	(Zij) Rivier
Chooz	H-MS-0011	Maas
Gendron	H-MS-0013	Lesse
Salzannes	H-MS-0019	Sambre
Tabreux	H-MS-0020	Ourthe
Martinrive	H-MS-0017	Amblève
Chaufontaine	H-MS-0010	Vesdre



## 2.7.2 Statistische relaties voor laterale instroming in de Maas in Nederland

Voor de berekening van de laterale instromingen voor het Nederlandse gedeelte van de Maas wordt gebruik gemaakt van simpele statistische relaties. Deze relaties zijn gebaseerd op de afvoer van de Geul, Geleenbeek, Roer, Neerbeek, Niers, en de Dommel en Aa. De afvoeren van deze belangrijkste laterale toestromingen worden afgeleid m.b.v. de relaties in tabel 2.13.

Tabel 2-13 Regressie functies voor primaire tijdsafhankelijke laterale Maas instromingen

No	Naam	Regressie vergelijking	minimum debiet [m3/s]
PM1	Geul bij Meerssen	$Q_{PM1}(t)=0.013*Q_{Borgharen}(t+13)$	1.00
PM2	Geleenbeek bij Roosteren	$Q_{PM2}(t)=0.0124*Q_{Borgharen}(t+19) - 4.2$	1.00
PM3	Roer bij Monding	$Q_{PM3}(t)=0.8943*0.0466*Q_{Borgharen}(t-2) + 11.7$	0.00
PM4	Neerbeek bij Hammermolen	$Q_{PM4}(t)=0.0062*Q_{Borgharen}(t+24)$	0.50
PM5	Niers bij monding	$Q_{PM5}(t)=0.0132*Q_{Borgharen}(t-14)$	2.50
PM6	Dom_P10_dommel	$Q_{PM6}(t)=0.033*Q_{Borgharen}(t)$	1.50
PM7	Dom_A2_Oosterplas	$Q_{PM7}(t)=0.0266*Q_{Borgharen}(t+24)$	1.50

Een probleem bij deze berekeningen is dat de afvoer van Borgharen minstens 14 uur vooruit bekend zou moeten zijn. Dat betekent dat, indien deze relaties worden gebruikt, de laatste 13-24 uur moeten worden geëxtrapoleerd d.m.v. het voorzetten van de laatstgemeten waarde. Vervolgens worden met simpele statistische relaties de kleinere lateralen instromingen van de Maas berekend:

$$Q_{beek} = \frac{\text{oppervlakte beek}}{\text{oppervlakte belangrijke beek}} \text{afvoer}(\text{belangrijke beek})$$

De afgeleide regressiefuncties staan in Tabel 2.14.

Tabel 2-14 Afgeleide regressiefuncties voor laterale instromingen in de Maas anders dan die door HBV worden gesimuleerd of via de regressiefuncties voor de primaire tijdsafhankelijke laterale instromingen.

Sbk Naam	Regressie functie	Omschrijving
Andelms1	$Q_{\text{constant}} = -2.5 \text{ m}^3/\text{s}$	Onttrekking van??
Andelms2	$Q(t)=(108/1320)*Q_{PM5}(t)$	Gemalen afgedamde Maas
Getymas1	$Q(t)=(114/1320)*Q_{PM5}(t)$	LvM&W-1 (Gemaal Quarles van Ufford)
Getymas2	Als $Q_{Borgharen} \leq 2500 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q(t)=(273/1320)*Q_{PM5}(t)$ Als $Q_B > 2500 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q(t)= (273/1320)*Q_{PM5}(t) + (625/386)*Q_{PM4}(t)$	Hertogswetering Hertogswetering +NOBr2+25%Oost Reuver-Gennepe
Grenmas3	$Q(t)=Q_{PM1}(t)$	Geul Bij Meerssen
Grenmas4	Als $Q_{Borgharen} \leq 2500 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q(t)=(389/386)*Q_{PM4}(t)$ Als $Q_{Borgharen} > 2500 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q(t)= 0.5*(389/386)*Q_{PM4}(t)$	Belgisch Limburg + klein overig Grensmaas Belgisch Limburg + klein overig Grensmaas
Grenmas5	$Q(t)= Q_{PM2}(t)$	Geleenbeek bij Roosteren
Grenmas6	$Q(t)=(160/386)*Q_{PM4}(t)$	Uffeltse beek Thomerbeek
Zandmas1	$Q(t)=(123/400)* Q_{PM2}(t)$	Vlootbeek
Zandmas3	$Q(t)= Q_{PM3}(t)$	Roer bij monding

Sbk Naam	Regressie functie	Omschrijving
Zandmas4	$Q(t)=(354/386)*Q_{PM4}(t)$	Swalm+25%Oost Reuver-Gennepe
Zandmas5	$Q(t)=[1+(292/386)]*Q_{PM4}(t)$	Neerbeek + overige
Zandmas6	$Q(t)=(504/386)*Q_{PM4}(t)$	Peel
Zandmas7	$Q(t)=(545/386)*Q_{PM4}(t)$	NOBr1+50%Oost Reuver-Gennepe
Zandmas8	Als $Q_{Borgharen} \leq 2500 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q(t) = Q_{PM5}(t) + (625/386)*Q_{PM4}(t)$ Als $Q_{Borgharen} > 2500 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q(t) = Q_{PM5}(t)$	Niers+NOBr2+25%Oost Reuver-Gennepe  Niers
Zandmas9	$Q(t)=(120/1320)*Q_{PM5}(t)$	LvM&W-1 (Gemaal Bloemers)
Dom_Zandley	$Q(t) = 0.11 * Q_{PM7}(t)$	Zandley en overige

### 2.7.3 SOBEK model

Het SOBEK model (versie Fewes Maas 2.10) representeert de Maas van Chooz (de Frans/Belgische grens) tot Keizersveer (Nederland). De benedenstroomse randvoorwaarden bij Keizersveer zijn de gemeten en voorspelde waterstanden beide afkomstig uit MSW. Met behulp van het astronomische getij wordt eerst de windopzet berekend en deze wordt geëxtrapoleerd naar nul over 12 uur. Daarna wordt deze windopzet bij het astronomisch getij opgeteld om zo weer de gemeten en voorspelde waterstanden te krijgen en ook een geleidelijke overgang van gemeten/voorspelde waterstand naar het astronomische getij. Het astronomische getij is afkomstig van [www.getij.nl](http://www.getij.nl). De (gecorrigeerde) afvoeren uit de HBV modellen vormen de invoer in het SOBEK model. Voor een aantal van de invoerpunten vanuit de zijrivieren wordt de HBV afvoer berekend voor het meest benedenstrooms gelegen meetpunt in de zijrivier. Voordat de afvoeren uit het (gecorrigeerde) HBV model in SOBEK worden ingevoerd wordt voor deze punten een tijdsvertraging ingebouwd om rekening te houden met de looptijd tussen die stations en de Maas. Het SOBEK model voert de berekende debieten en waterstanden op een vijftal locaties langs de Maas uit. Indien op deze locaties metingen beschikbaar zijn kunnen deze dan met de gesimuleerde waarden vergeleken worden.

Tabel 2-13 Randvoorwaarden en laterale debieten voor SOBEK Maas

SOBEK randvoorwaarde	Minimum debiet ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	FEWS ID	Beschrijving
BM1_Chooz	50.00	H-MS-0011	Chooz
BM1_HBV07_1_50	0	HBV07_1_50	HBV07 is het aan de Maas grenzende stroomgebied tussen Chooz en de Sambre. Deze wordt verdeeld over twee instroompunten. De locaties zijn fictieve locaties
BM1_HBV07_2_50	0	HBV07_2_50	zie hierboven.
BM1_HBV08_Lesse	5.00	H-MS-0013	Gendron
BM1_HBV09_Sambre	5.00	H-MS-0019	Salzannes
BM1_HBV10_Ourthe	10.00	H-MS-0020	Tabreux

<b>SOBEK randvoorwaarde</b>	<b>Minimum debiet (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>FEWS ID</b>	<b>Beschrijving</b>
BM1_HBV11_Ambleve	5.00	H-MS-0017	Martinrive
BM1_HBV12_Vesdre	5.00	H-MS-0010	Chaufontaine
BM1_HBV13_Mehaigne	0	I-MS-0013	
BM1_HBV14_1_50	0	HBV14_1_50	HBV14 is het aan de Maas grenzend stroomgebied tussen de Sambre en Lixhe. Deze wordt verdeeld over twee instroompunten. De locaties zijn fictieve locaties
BM1_HBV14_2_50	0	HBV14_2_50	Zie boven
HBV15_Jeker	0	I-MS-0015	Borgharen
Andelms2		I-MS-AMS2	
Getymas1		I-MS-GTM1	
Getymas2		I-MS-GTM2	
Grenmas3		I-MS-GMS3	
Grenmas4		I-MS-GMS4	
Grenmas5		I-MS-GMS5	
Grenmas6		I-MS-GMS6	
Zandmas1		I-MS-ZMS1	
Zandmas3		I-MS-ZMS3	
Zandmas4		I-MS-ZMS4	
Zandmas5		I-MS-ZMS5	
Zandmas6		I-MS-ZMS6	
Zandmas7		I-MS-ZMS7	
Zandmas8		I-MS-ZMS8	
Zandmas9		I-MS-ZMS9	
DOM_P10_dommel		I-MS-DOMM	
DOM_A2_oosterplas		I-MS-DOMA	
Dom_Zandley		I-MS-DOMZ	
MS3_Keizersveer		H-MS-KEIZ	Keizersveer

Tabel 2-14 Overzicht SOBEK uitvoerlocaties (Maas)

Locatie	SOBEK Locatie	FEWS ID
Chooz	BM1_Cho_Dina_.00	H-MS-0011
Ampsin / Amay	BM1_Nam_Luibo_36922	H-MS-0008
Lixhe	BM1_Lube_Eysd_14500	H-MS-0016
Eijsden	MS3_Kalkmas1_.00	H-MS-EIJS
St. Pieter	MS3_Kalkmas2_.00	H-MS-SINT
Borgharen Julianakanaal	MS3_Grensms1_545.00	H-MS-BHJK
Borgharen	MS3_Grensms2_.00	H-MS-BORD
Elsloo	MS3_Grensms2_13197.0	H-MS-ELSL
Grevenbricht	MS3_Grensms2_29144.0	H-MS-GREV
Maaseik	MS3_Grensms3_.00	H-MS-MAAS
Stevensweert	MS3_Grensms3_8949.00	H-MS-STEV
Heel-boven	MS3_Zandmas2_.00	H-MS-HEE2
Linne beneden	MS3_Zandmas2_2596.00	H-MS-LIN1
Roermond boven	MS3_Zandmas2_11959.0	H-MS-ROE2
Heel-beneden	MS3_Zandmas3_.00	H-MS-HEE1
Neer	MS3_Zandmas3_3899.00	H-MS-NEER
Kessel	MS3_Zandmas3_8912.00	H-MS-KESS
Belfeld boven	MS3_Zandmas3_15039.0	H-MS-BEL2
Belfeld beneden	MS3_Zandmas3_16703.0	H-MS-BEL1
Venlo-Blerick	MS3_Zandmas4_.00	H-MS-VENL
Well-dorp	MS3_Zandmas6_.00	H-MS-WELL
Sambeek boven	MS3_Zandmas6_12750.0	H-MS-SAM2
Sambeek beneden	MS3_Zandmas6_15518.0	H-MS-SAM1
Gennep	MS3_Zandmas6_21595.0	H-MS-GENN
Mook	MS3_Zandmas7_.00	H-MS-MOOK
Grave boven	MS3_Zandmas7_8728.00	H-MS-GRA2
Grave beneden	MS3_Zandmas7_10929.0	H-MS-GRA1
Megen	MS3_Zandmas7_24810.0	H-MS-MEGE
Lith boven	MS3_Zandmas7_34804.0	H-MS-LIT2
Lith dorp	MS3_Getijms1_.00	H-MS-LIT1
Heesbeen	MS3_Getijms3_.00	H-MS-HEES
Keizersveer	MS3_Getijms4_12564.0	H-MS-KEIZ

## Begintoestanden

Net als voor het HBV model worden de begin- en eindtoestanden voor het SOBEK model door Delft-FEWS beheerd. De berekeningen verlopen in twee stappen; een update run waarin met behulp van de historische gegevens de toestand wordt geactualiseerd, en een voorspellingsrun waarin op basis van de meest actuele toestand een voorspelling wordt gemaakt.

Voor het model geldt dat een “Default” toestand gebruikt wordt voor een koude start, terwijl voor “warme” starts de meest geschikte toestand gebruikt wordt. Het systeem wordt zo ingericht dat de te gebruiken toestand tussen 1 dag oud en 10 dagen oud is. De eerste twee dagen van deze koude start worden gevormd door een “opstart” waarin het model langzaam van de “Default” toestand naar de huidige toestand wordt gebracht. Dit is om eventuele instabiliteit te voorkomen. Deze “Default” toestand aan de randen van het model komen overeen met het minimum debiet zoals in bovenstaand tabel gegeven.

Voor het HBV model kunnen naast de “default” toestand voor de koude start, meerdere “koude start” begintoestanden worden gedefinieerd. Onafhankelijk van deze keuze voor het HBV model, zal bij het SOBEK model de default conditie worden gebruikt.

## 2.8 Modellen – Rijn

Hydrologische en hydraulische berekeningen worden uitgevoerd met de gekalibreerde HBV en SOBEK modellen voor het Rijngebied. Voor het HBV model is het gebied onderverdeeld in 134 deelstroomgebieden, waaronder de Rijn bovenstrooms van Maxau (inclusief Zwitserland) en de zijrivieren van de Rijn, zoals de Mosel, Main, Neckar en Ruhr. Voor de grotere zijrivieren begint het SOBEK model bij een belangrijk hydrologische meetstation op die zijrivier. Voor de Mosel is dit Cochem, voor de Neckar is dit Rockenau, voor de Main is dit Raunheim en voor de Lahn is dit Kalkofen. De voor de andere zijrivieren berekende hydrografen worden als laterale randvoorwaarde in het SOBEK model gebracht. Ook zijn er een aantal (kleinere) deelstroomgebieden die het aan de Rijn aanliggende gebied beschrijven. Deze worden als diffuse toestroom in het SOBEK model gebracht, waarbij de door HBV berekende afvoer in FEWS wordt gedeeld door de lengte van de het SOBEK traject alvorens het in het SOBEK model in te voeren.

### 2.8.1 HBV model

Voor de berekening van afvoer uit de deelstroomgebieden van de Rijn wordt gebruik gemaakt van het hydrologisch model HBV. Dit is een conceptueel model dat voor elk deelstroomgebied aan de hand van waargenomen en/of voorspelde neerslag en temperatuur de afvoer voor dat deelstroomgebied berekent.

De HBV schematisatie die wordt gebruikt beschrijft het gehele stroomgebied van de Rijn bovenstrooms van Lobith in 134 deelstroomgebieden. Het model dat voor de Rijn wordt gebruikt rekent met een tijdstap van 1 uur. Het gebruikte HBV model is afgeleid van een gekalibreerd HBV model voor de Rijn dat met een tijdstap van 1 dag rekende. Voor de applicatie in FEWS NL zijn aanpassingen aan het model verricht om met een tijdstap van 1 uur te rekenen.

Om binnen FEWS-NL de afvoeren te berekenen worden eerst voor alle 134 deelstroomgebieden de neerslag en temperatuur voor elk van de zwaartepunten berekend. Afhankelijk van de berekening kunnen deze worden afgeleid van de historische temperatuur en neerslagreeksen of van de voorspelde temperatuur en neerslagreeksen. De door HBV berekende afvoeren worden bepaald voor de uitstroomlocaties van de deelstroomgebieden. Deze komen voor de grotere deelstroomgebieden overeen met de meetstations nabij het uitstroompunt van het deelstroomgebied. Voor een aantal kleinere stroomgebieden, als ook voor de aan de Rijn grenzende laterale stroomgebieden zijn er geen meetstations beschikbaar. De HBV afvoer wordt voor deze deelstroomgebieden berekend op de locatie van de zwaartepunten van die gebieden.

Figuur 2-3 geeft een indruk van de ligging van de 134 HBV deelstroomgebieden. Uitvoer uit de HBV deelstroomgebieden valt voor een aantal locaties samen met een meetpunt. Voor deze locaties wordt de gehele afvoer van het HBV stroomgebied tot aan dat meetpunt in het FEWS geïmporteerd. Voor alle 134 stroomgebieden worden ook de in de individuele stroomgebieden zelf gegenereerde afvoer weergegeven in FEWS. Tabel 2-15 geeft een overzicht van de locaties waar de door HBV berekende afvoer als gehele afvoer wordt weergegeven. Tabel 2-16 geeft een overzicht van alle HBV deelstroomgebieden.

Tabel 2-15 Overzicht HBV stroomgebieden waar totale afvoer wordt weergegeven in FEWS-NL

Locatie	Rivier	FEWS-ID	HBV stroomgebied
Lobith	Rijn	H-RN-0001	lowrhine4
Lorsch	Weschnitz	H-RN-0024	WeschnitzModau
Pfaffental	Wisper	H-RN-0026	Wisper
Sieboldingen	Queich	H-RN-0028	QueichSpeyerbach
Oberingelheim	Selz	H-RN-0029	Selz
Neustadt a.d Wst.	Speyerbach	H-RN-0031	QueichSpeyerbach
Ettlingen	Alb	H-RN-0036	AlbPfinz
Berghausen	Pfinz	H-RN-0038	AlbPfinz
Eberstadt	Modau	H-RN-0039	WeschnitzModau
Nettegut	Nette	H-RN-0052	Nette
Friedrichsthal	Wied	H-RN-0053	Wied
Rheinzabern	-	H-RN-0627	UpRhine1
Ubstadt	-	H-RN-0646	UpRhine2
Wiesloch	-	H-RN-0651	UpRhine2
Rockenau-SKA	Neckar	H-RN-0659	Neckar4
Monsheim	-	H-RN-0668	UpRhine3
Maxau	Rijn	H-RN-0689	Uprh2_3
Nauheim	-	H-RN-0700	UpRhine4
Altenahr	Ahr	H-RN-0808	Ahr
Neubrueck	Erft	H-RN-0847	Erft_2
Kalkofen	Lahn	H-RN-0888	Lahn4
Schermbeck	Lippe	H-RN-0900	Lippe3
Cochem	Mosel	H-RN-0908	Umos3
Grolsheim	Nahe	H-RN-0913	Nahe3
Andernach	Rijn	H-RN-0947	Saynbach
Hattingen	Ruhr	H-RN-0957	Ruhr3
Menden	Sieg	H-RN-0984	Unsi

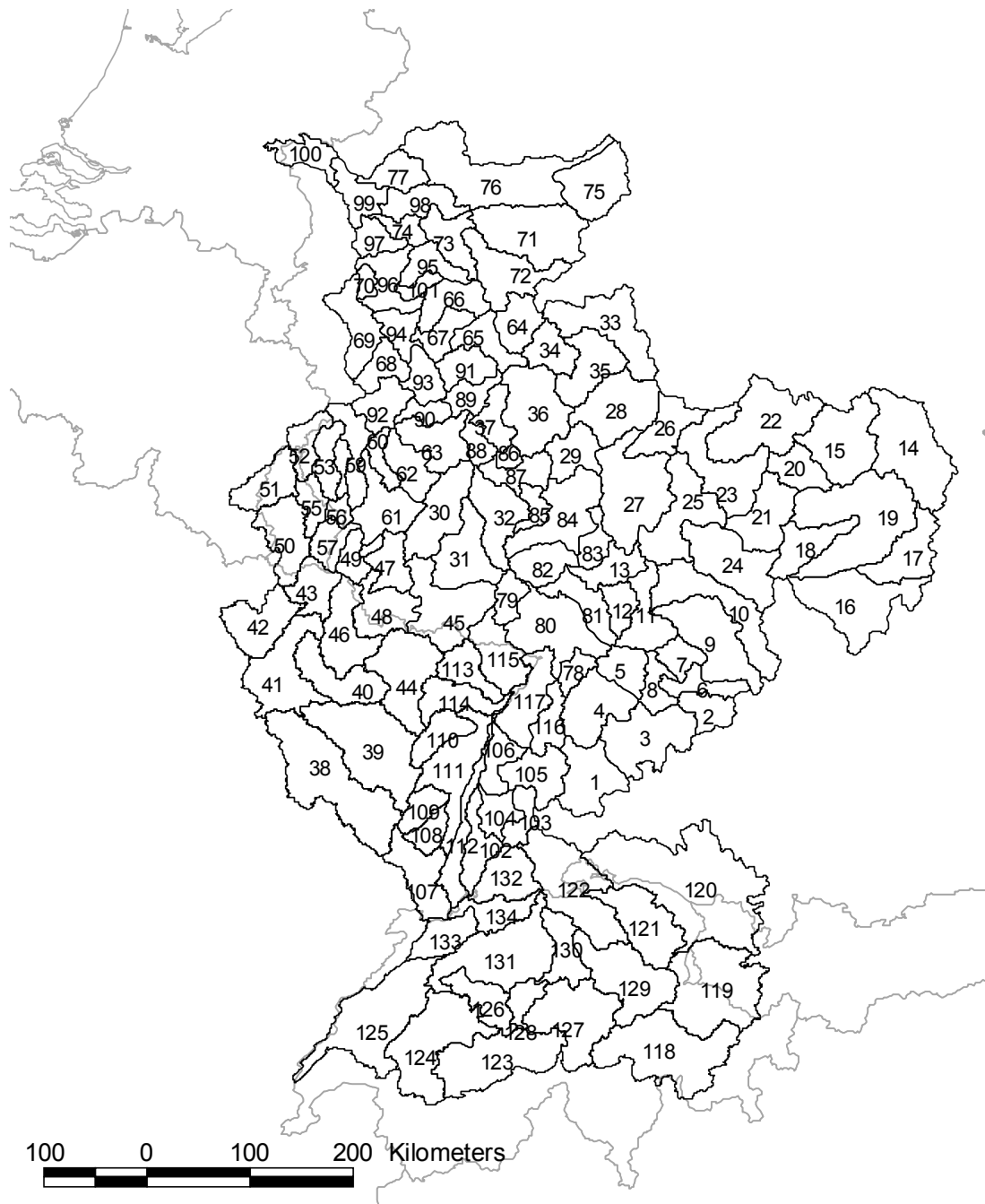
Locatie	Rivier	FEWS-ID	HBV stroomgebied
Opladen	Wupper	H-RN-1025	Wupper1
Koenigstrasse	Emscher	H-RN-1026	Emscher
Raunheim	Main	H-RN-1027	Main8
Rheinfelden	Rijn	H-RN-2091	Rhein4

Tabel 2-16 Overzicht van alle HBV stroomgebieden waar de afvoer wordt weergegeven in FEWS-NL

FEWS-ID	HBV stroomgebied	FEWS-ID	HBV stroomgebied	FEWS-ID	HBV stroomgebied
I-RN-0001	Neckar1	I-RN-0046	Nied_1	I-RN-0091	Wied
I-RN-0002	Fils	I-RN-0047	Prims_1	I-RN-0092	Ahr
I-RN-0003	Neckar2	I-RN-0048	Unsaar	I-RN-0093	MidRhine3
I-RN-0004	Enz1	I-RN-0049	Rest_1	I-RN-0094	MidRhine4
I-RN-0005	Enz2	I-RN-0050	Alzette	I-RN-0095	Wupper1
I-RN-0006	Rems	I-RN-0051	Sure	I-RN-0096	LowRhine1
I-RN-0007	Murr	I-RN-0052	Our	I-RN-0097	LowRhine2
I-RN-0008	Neckar3	I-RN-0053	Pruem	I-RN-0098	Emscher
I-RN-0009	Kocher	I-RN-0054	Nims	I-RN-0099	LowRhine3
I-RN-0010	Jagst	I-RN-0055	Sauer1	I-RN-0100	LowRhine4
I-RN-0011	Neckar4	I-RN-0056	Sauer2	I-RN-0101	Wupper2_out
I-RN-0012	Elsenz	I-RN-0057	Umos1	I-RN-0102	Uprh2_1
I-RN-0013	Neckar5	I-RN-0058	Ruwer	I-RN-0103	Elzdreis1
I-RN-0014	Main1	I-RN-0059	Kyll	I-RN-0104	Elzdreis2
I-RN-0015	Main2	I-RN-0060	Lieser	I-RN-0105	Kinzigup
I-RN-0016	Rednitz	I-RN-0061	Umos2	I-RN-0106	Uprh2_2
I-RN-0017	Pegnitz	I-RN-0062	Umos3	I-RN-0107	III1
I-RN-0018	Aisch	I-RN-0063	Umos4	I-RN-0108	III2
I-RN-0019	Regnitz	I-RN-0064	Obsi	I-RN-0109	Fecht
I-RN-0020	Main3	I-RN-0065	Misi	I-RN-0110	Bruche
I-RN-0021	Main4	I-RN-0066	Agger	I-RN-0111	III3
I-RN-0022	FrSaale	I-RN-0067	Unsi	I-RN-0112	Kanal
I-RN-0023	Main5	I-RN-0068	Erf_1	I-RN-0113	Moder
I-RN-0024	Tauber	I-RN-0069	Erf_2	I-RN-0114	Zorn
I-RN-0025	Main6	I-RN-0070	Erf_3	I-RN-0115	SauWies
I-RN-0026	Kinzig	I-RN-0071	Ruhr1	I-RN-0116	MurgRen
I-RN-0027	Main7	I-RN-0072	Ruhr2	I-RN-0117	Uprh2_3
I-RN-0028	Nidda	I-RN-0073	Ruhr3	I-RN-0118	Rhein1
I-RN-0029	Main8	I-RN-0074	Ruhr4	I-RN-0119	Rhein2
I-RN-0030	Nahe1	I-RN-0075	Lippe1	I-RN-0120	Bodensee
I-RN-0031	Nahe2	I-RN-0076	Lippe2	I-RN-0121	Thur
I-RN-0032	Nahe3	I-RN-0077	Lippe3	I-RN-0122	Rhein3
I-RN-0033	Lahn1	I-RN-0078	AlbPfinz	I-RN-0123	Thuner_s
I-RN-0034	Dill	I-RN-0079	QueichSpeyerbach	I-RN-0124	Aare1
I-RN-0035	Lahn2	I-RN-0080	UpRhine1	I-RN-0125	Bieler_s
I-RN-0036	Lahn4	I-RN-0081	UpRhine2	I-RN-0126	Emme
I-RN-0037	Lahn5	I-RN-0082	UpRhine3	I-RN-0127	Vierwa_s
I-RN-0038	Omos1	I-RN-0083	WeschnitzModau	I-RN-0128	K1_Emme

<b>FEWS-ID</b>	<b>HBV stroomgebied</b>	<b>FEWS-ID</b>	<b>HBV stroomgebied</b>	<b>FEWS-ID</b>	<b>HBV stroomgebied</b>
I-RN-0039	Omos2	I-RN-0084	UpRhine4	I-RN-0129	Zurich_s
I-RN-0040	Seille	I-RN-0085	Selz	I-RN-0130	Lim_reus
I-RN-0041	Omos3	I-RN-0086	Wisper	I-RN-0131	Aare2
I-RN-0042	Orne	I-RN-0087	MidRhine1	I-RN-0132	Schwarz
I-RN-0043	Omos4	I-RN-0088	MidRhine2	I-RN-0133	Birs
I-RN-0044	Obsa	I-RN-0089	Saynbach	I-RN-0134	Rhein4
I-RN-0045	Blies 1	I-RN-0090	Nette		





Figuur 2-3 Schematisch overzicht HBV model van de Rijn (de nummers van de stroomgebieden komen overeen met de in FEWS gebruikte ID voor de locatie van het stroomgebied (bijvoorbeeld I-RN-0118)).

## Begintoestanden

Voor HBV worden begin en eindtoestanden door Delft-FEWS beheerd. De berekeningen verlopen in twee stappen; een update run waarin met behulp van de historische gegevens de toestand wordt geactualiseerd, en een voorspel run waarin op basis van de meest actuele toestand een voorspelling wordt gemaakt. Voor het model geldt dat een “Default” toestand gebruikt wordt voor een koude start, terwijl voor “warme” starts de meest geschikte toestand gebruikt wordt. Het systeem wordt zo ingericht dat de te gebruiken toestand tussen 1 dag oud en ca. 8 dagen oud is voor het HBV model. Op deze wijze worden de doorlooptijden van modelruns beperkt, terwijl er wel ruimte is om invoerdata handmatig te controleren en eventueel aan te passen.

In FEWS–NL zijn voor de Rijn drie begintoestanden voor de HBV modellen opgenomen, deze zijn;

- Een “gemiddelde” begintoestand,
- Een “natte” begintoestand, en
- Een zeer natte historische begintoestand zoals met HBV berekend voor 31-12-1995.

De “gemiddelde” begintoestand is genomen als de “default” begintoestand. Bij het uitvoeren van een koude start berekening kan de gebruiker vooraf een keuze maken. Indien geen keuze wordt gemaakt zal de default koude start begintoestand worden gebruikt.

## Foutcorrectie van HBV afvoeren

Voor een aantal uitstroompunten van het HBV model zijn naast de door HBV berekende afvoeren eveneens “gemeten” debiet waarden beschikbaar over de historische periode. Door een vergelijking te maken van deze twee afvoeren kan een statistisch (ARMA) model worden opgesteld voor de te verwachten fout in de voorspelling. De voorspelling kan dan met deze verwachte fout gecorrigeerd worden. Dit wordt gedaan door middel van de “Error Correction” module, een integraal onderdeel van DELFT-FEWS. De gecorrigeerde gegevens worden gebruikt als invoer voor het SOBEK model.

Tabel 2-17 Locaties in de Rijn waar met HBV berekende afvoer gecorrigeerd wordt

Locatie	FEWS ID	(Zij) Rivier
Andernach	H-RN-0947	Rijn
Maxau	H-RN-0689	Rijn
Rockenau-SKA	H-RN-0659	Neckar
Raunheim	H-RN-1027	Main
Cochem	H-RN-0908	Mosel
Kalkofen-Neu	H-RN-0888	Lahn
Grolsheim	H-RN-0913	Nahe
Ettlingen	H-RN-0036	Alb
Berghausen	H-RN-0038	Pfinz
Sieboldingen	H-RN-0028	Queich
Neustadt	H-RN-0031	Speyerbach
Lorsch	H-RN-0024	Weschnitz

Locatie	FEWS ID	(Zij) Rivier
Eberstadt	H-RN-0039	Modau
Oberingelheim	H-RN-0029	Selz
Pfaffental	H-RN-0026	Wisper
Nettegut	H-RN-0052	Nette
Friedrichsthal	H-RN-0053	Wied
Koenigstrasse	H-RN-1026	Emscher
Neubrueck	H-RN-0847	Erft
Schermbeck	H-RN-0900	Lippe
Hattingen	H-RN-0957	Ruhr
Menden	H-RN-0984	Sieg
Opladen	H-RN-1025	Wupper
Altenahr	H-RN-0808	Ahr

### 2.8.2 Statistische relaties voor de laterale instroming in de Nederlandse Rijntakken

Voor de berekening van de laterale instromingen voor het Nederlandse gedeelte van de Rijn wordt gebruik gemaakt van simpele statistische relaties. Deze relaties zijn gebaseerd op de afvoer van de Oude IJssel en het Twentekanaal. De afvoer van het Twentekanaal wordt gemeten bij Almen. Met behulp onderstaande relatie tussen de afvoer van de Oude IJssel en het Twentekanaal

$$Q_{OIJS} = 0.769 * Q_{ALME} + 2.90$$

wordt de afvoer van de Oude IJssel berekend. Indien de metingen van Almen niet beschikbaar zijn, wordt gebruik gemaakt van de relaties gegeven in tabel 2.22. Een probleem bij deze berekeningen is dat de afvoer van Lobith voor de komende 84 uur nodig is. Dat betekent dat, indien deze relaties worden gebruikt, de laatste gemeten waarde bij Lobith voor de komende 84 uur wordt geëxtrapoleerd d.m.v. het voorzetten van deze laatstgemeten waarde. Vervolgens worden met simpele statistische relaties de kleinere laterale instromingen van de Rijn berekend op grond van de afvoer van de Oude IJssel en Twentekanaal:

$$Q_{beek} = \frac{\text{oppervlaktebeek}}{\sum \text{oppervlakte}(OIJS + TK)} \sum \text{afvoer}(OIJS + TK)$$

De oppervlaktes van de deelstroomgebieden staan in Tabel 2.23

Tabel 2-22 Regressie functies voor primaire tijdsafhankelijke laterale Rijn instromingen

	Naam	Regressie vergelijking	minimum debiet [m3/s]
	Oude IJssel bij Doesburg	$Q(t) = 0.0057 * Q_{Lobith}(t+84)$	1.00
	Twentekanaal bij Almen	$Q(t) = 0.0057 * Q_{Lobith}(t+84)$	-6.00

Tabel 2.23. Oppervlaktes deelstroomgebieden<sup>1</sup>.

	oppervlakte	SOBEK ID
Oude IJssel	120860	RT2_OUDEYS
Twentekanaal	121425	RT2_TWENTK
Waal 1	17000	RT2_WAAL_1
Waal 2	8159	RT2_WAAL_2
PanKan	9580	RT2_PANKAN
NedRijn1	2521	RT2_NEDR_1
NedRijn2	14517	RT2_NEDR_2
Lingel	10720	RT2_LINGE1
NedRijn3	12204	RT2_NEDR_3
Lek1	6019	RT2_LEK__1
Lek2	17231	RT2_LEK__2
Yssel1	2051	RT2_YSSEL1
Yssel2	16580	RT2_YSSEL2
Yssel3	12748	RT2_YSSEL3
Yssel4	34452	RT2_YSSEL4
Yssel5	14297	RT2_YSSEL5
Yssel6	17763	RT2_YSSEL6
Yssel7	42008	RT2_YSSEL7
Yssel8	1599	RT2_YSSEL8

<sup>1</sup> Minimum debieten voor bovenstaande laterale instroming volgen uit de regressie functie en het minimum debiet voor bijbehorende primaire laterale Rijn instroming.

### 2.8.3 SOBEK modellen

Er worden in FEWS-NL twee SOBEK modellen gebruikt voor de Rijn;

- Het Andernach-Lobith model (versie Fews Rijn 2.04). Deze heeft als bovenrand Andernach waar de HBV invoer voor alle bovenstrooms liggende deelstroomgebieden wordt ingevoerd. Voor de historische periode waar er meetgegevens beschikbaar zijn wordt de afvoer bij Andernach door het ARMA model gecorrigeerd. In de voorspelfase wordt indien beschikbaar de door WSD Mainz geleverde voorspelling voor Andernach gebruikt.
- Het Maxau-Lobith model (versie Fews Rijn 2.05). Deze heeft als bovenrand Maxau. De benedenlopen van de grotere zijrivieren tussen Maxau en Lobith (Neckar, Main, Lahn en Mosel) zijn eveneens in de SOBEK schematisatie opgenomen. Benedenstrooms van Andernach zijn de modellen identiek. Voor alle bovenranden (Maxau in de Rijn, Rockenau in de Neckar, Raunheim in de Main, Kalkofen in de Lahn en Cochem in de

Mosel) wordt de door het ARMA model gecorrigeerde met HBV berekende afvoer als randvoorwaarde gebruikt. Indien beschikbaar wordt bij Maxau de externe voorspelling gebruikt in de voorspellingsfase. Indien de externe voorspelling bij Maxau niet beschikbaar is maar die bij Rheinfelden wel, dan wordt de voorspelling van Rheinfelden gebruikt. Omdat er een behoorlijk stuk rivier tussen Rheinfelden en Maxau is, wordt de externe voorspelling van Rheinfelden niet direct overgenomen, maar wordt het verschil tussen de externe voorspelling en de door HBV berekende voorspelling bij de HBV afvoer te Maxau opgeteld, evenwel vertraagd met 48 uur.

- De beide SOBEK modellen maken gebruik van dezelfde benedenrandvoorwaarden, namelijk de gemeten en extern voorspelde waterstanden (getij) bij Krimpen aan de Lek en Werkendam en gemeten waterstanden bij Ramspolbrug (Ketelmeer). Voor zowel Werkendam als Krimpen aan de Lek wordt eerst de windopzet berekend en deze wordt geëxtrapoleerd naar nul over 12 uur. Daarna wordt deze windopzet bij het astronomisch getij opgeteld om zo weer de gemeten en voorspelde waterstanden te krijgen en ook een geleidelijke overgang van gemeten/voorspelde waterstanden naar het astronomische getij. Voor Ramspolbrug wordt van dezelfde aanpak gebruikgemaakt maar wordt de windopzet berekend met de streefpeil van het keteldiep i.p.v. het astronomisch getij.

De invoer in de SOBEK modellen zijn de (gecorrigeerde) afvoeren uit de HBV modellen voor het Duitse gedeelte van het Rijnstroomgebied en de gemeten/berekende laterale instromingen in de Nederlandse Rijntakken. Waar het HBV uitstroompunt overeenkomt met een SOBEK bovenrand wordt die afvoer direct in SOBEK ingevoerd. Voor een aantal van de invoerpunten vanuit de zijrivieren wordt de HBV afvoer berekend voor het meest benedenstrooms gelegen meetpunt in de zijrivier. Dit meest benedenstroomse punt valt niet altijd samen met de samenvloeiing in de Rijn die door het SOBEK model wordt gemodelleerd. Voordat de afvoeren uit het (gecorrigeerde) HBV model in SOBEK worden ingevoerd wordt voor deze punten een tijdvertraging ingebouwd om rekening te houden met de looptijd tussen die stations en de Rijn. Indien de gebieden tussen het laatste station van de zijrivier en de Rijn groot zijn worden de afvoeren ook geschaald. De uitvoer van het SOBEK model zijn debieten en waterstanden op een aantal punten langs de Rijn en op de zijtakken.

In de SOBEK modellen is een groot aantal retentie bekkens gemodelleerd. Op 68 locaties tussen Maxau en Lobith zijn deze als lateraal in/uitstroom locatie in het model opgenomen. De tabel met locaties in de bijlagen geeft een overzicht van deze locaties. Deze locaties zijn niet beschikbaar op de kaart in FEWS-NL, en kunnen daarom ook niet geselecteerd worden om data te tonen. De uitvoerreeksen op deze locaties worden door het FEWS-NL ingelezen en geanalyseerd. Indien het debiet op een van de locaties kleiner is dan nul geeft dit aan dat het betreffende retentiebekken in gebruik genomen wordt om een hoogwater af te vangen. Het FEWS-NL zal een bericht genereren indien het debiet kleiner wordt dan nul.

Tabel 2-18 Randvoorwaarden en laterale debieten voor SOBEK Rijn (Andernach-Lobith &amp; Maxau-Lobith)

SOBEK randvoorwaarde	Min. debiet m <sup>3</sup> /s	Schaal-factor	Ver-traging uur <sup>1</sup>	FEWS-ID	Beschrijving
Maxau – Andernach					
MM1_Maxau	500	-	-	H-RN-0689	Bovenrandvoorwaarde Maxau-Lobith Model (Rijn)
NE1_Ne10PRockenau	100	-	-	H-RN-0659	Bovenrandvoorwaarde Maxau-Lobith Model (Neckar)
MA3_Raunheim	100	-	-	H-RN-1027	Bovenrandvoorwaarde Maxau-Lobith Model (Main)
MO1_Cochem	250	-	-	H-RN-0908	Bovenrandvoorwaarde Maxau-Lobith Model (Mosel)
LA1_La05Kalkofen-neu	25	-	-	H-RN-0888	Bovenrandvoorwaarde Maxau-Lobith Model (Lahn)
RM1_Nahe	25	1.01	-	H-RN-0913	
MM1_Alz	0	0.39	4	H-RN-0036	
MM1_Pfinz	0	0.61	7	H-RN-0038	
MM1_Queich	0	0.39	5	H-RN-0028	
MM1_Speyerbach	0	0.61	5	H-RN-0031	
MM1_Weschnitz	0	0.81	3	H-RN-0024	
MM1_Modau	0	0.19	3	H-RN-0039	
RM1_Selz	0	-	-	H-RN-0029	
RM1_Wisper	0	-	-	H-RN-0026	
RM1_Saynbach	0	0.43	-	I-RN-0089	
RM1_Nette	0	1.01	-	H-RN-0052	
RM1_Wied	0	1.03	-	H-RN-0053	
NE1_Elsenz	0	-	-	I-RN-0012	
NE1_Itter	0	0.23	-	I-RN-0013	
LA1_Gelbach	0	0.348	-	I-RN-0037_Gelbach	
LA1_Muehlbach	0	0.271	-	I-RN-0037_Muehlbach	
MM1_ZWE_Maxau-Speyer	0	-	-	I-RN-0080	ZWE: lengte = 38232m
MM1_ZWE_Speyer-47616	0	0.34	-	I-RN-0081a	ZWE: lengte = 9383m
MM1_ZWE_47616-Neckar	0	0.66	-	I-RN-0081b	ZWE: lengte = 18168m
MM1_ZWE_Neckar-Worms	0	-	-	I-RN-0082	ZWE: lengte = 14876m
MM1_ZWE_L_Worms-Main	0	0.5	-	I-RN-0084a	ZWE: lengte = 53519m
MM1_ZWE_R_Worms-Main	0	0.5	-	I-RN-0084b	ZWE: lengte = 53519m
RM1_ZWE_Mainz_Nahe	0	0.65	-	I-RN-0087a	ZWE: lengte = 31118m
RM1_ZWE_Nahe_Kaub	0	0.34	-	I-RN-0087b	ZWE: lengte = 16581m
RM1_ZWE_Kaub_Lahn	0	-	-	I-RN-0088	ZWE: lengte = 39311m
RM1_ZWE_Mosel_Andernach	0	-	-	I-RN-0089_ZWE	ZWE: lengte = 21621m
MO1_ZWE_Cochem-Muendung	0	-	-	I-RN-0063	ZWE: lengte = 52023m

SOBEK randvoorwaarde	Min. debiet m <sup>3</sup> /s	Schaal-factor	Ver-traging uur <sup>1</sup>	FEWS-ID	Beschrijving
NE1_ZWE5/III	0	0.012	-	I-RN-0013_ZWE_III	ZWE: lengte = 500m
NE1_ZWE5/IV	0	0.12	-	I-RN-0013_ZWE_IV	ZWE: lengte = 5040m
NE1_ZWE5/V	0	0.114	-	I-RN-0013_ZWE_V	ZWE: lengte = 4800m
NE1_ZWE5/II	0	0.257	-	I-RN-0013_ZWE_II	ZWE: lengte = 8300m
NE1_ZWE5/I	0	0.27	-	I-RN-0013_ZWE_I	ZWE: lengte = 8700m
LA1_ZEG4	0	0.381	-	I-RN-0037_ZWE	ZWE: lengte = 30234m
Andernach – Lobith					
AL1_ANDERNACH <sup>2</sup>	500	-	-	H-RN-0947	Bovenrandvoorwaarde Andernach-Lobith Model
AL1_Emscher	0	1.11	2	H-RN-1026	
AL1_Erft	0	1.15	2	H-RN-0847	
AL1_Lippe	0	1.02	4	H-RN-0900	
AL1_Ruhr	0	1.09	10	H-RN-0957	
AL1_Sieg	0	-	2	H-RN-0984	
AL1_Wupper	0	1.36	1	H-RN-1025	
AL1_Ahr	0	-	5	H-RN-0808	
AL1_ZWE_Ande_Bonn	0	0	-	I-RN-0093	ZWE: lengte = 40999m
AL1_ZWE_Bonn_Koel	0	0	-	I-RN-0094	ZWE: lengte = 33199m
AL1_ZWE_Koel_Dues	0	0	-	I-RN-0096	ZWE: lengte = 56199m
AL1_ZWE_Dues_Ruhr	0	0	-	I-RN-0097	ZWE: lengte = 36599m
AL1_ZWE_Ruhr_Wese	0	0	-	I-RN-0099a	ZWE: lengte = 33199m
AL1_ZWE_Wese_Rees	0	0	-	I-RN-0099b	ZWE: lengte = 29619m
AL1_ZWE_Rees_Lobi	0	0	-	I-RN-0100	ZWE: lengte = 24799m
Lobith – Werkendam/Krimpen ad Lek/Keteldiep <sup>3</sup>					
RT2_WAAL_1		1		I-RN-WAA1	
RT2_WAAL_2		1		I-RN-WAA2	
RT2_PANKAN		1	0	I-RN-PANK	
RT2_NEDR_1		1	0	I-RN-NED1	
RT2_NEDR_2		1	0	I-RN-NED2	
RT2_LINGE1		1	0	I-RN-LING	
RT2_NEDR_3		1	0	I-RN-NED3	
RT2_LEK_1		1	0	I-RN-LEK1	
RT2_LEK_2		1	0	I-RN-LEK2	
RT2_YSSEL1		1	0	I-RN-IJS1	
RT2_YSSEL2		1	0	I-RN-IJS2	
RT2_OUDEYS	1	1	0	H-RN-OIJS	
RT2_YSSEL3		1	0	I-RN-IJS3	
RT2_YSSEL4		1	0	I-RN-IJS4	
RT2_TWENTK	-6	1	0	H-RN-ALME	
RT2_YSSEL5		1	0	I-RN-IJS5	
RT2_YSSEL6		1	0	I-RN-IJS6	
RT2_YSSEL7		1	0	I-RN-IJS7	
RT2_YSSEL8		1	0	I-RN-IJS8	

SOBEK randvoorwaarde	Min. debiet m <sup>3</sup> /s	Schaalfactor	Vertraging uur <sup>1</sup>	FEWS-ID	Beschrijving
RT2_KriLekMSW		1	0	H-RN-KRIM	Onderrandvoorwaarde SOBEK (H)
RT2_WerkenMSW		1	0	H-RN-WERK	Onderrandvoorwaarde SOBEK (H)
RT2_eindkatdi		1	0	H-RN-RAMS	Onderrandvoorwaarde SOBEK (H)
RT2_eindketdi		1	0	H-RN-RAMS	Onderrandvoorwaarde SOBEK (H)

<sup>1</sup> Het SOBEK model werkt op een tijdstap van 1 uur. Alle vertragingen van hydrografen voordat deze SOBEK worden ingevoerd zijn afgerond op gehele uren.

<sup>2</sup> De randvoorwaarde bij Andernach wordt alleen gebruikt in het Andernach Lobith Model.

<sup>3</sup> RT2\_YSSEL9 (c.q. Schipbeek) zit niet in de aangeleverde SOBEK modellen,

Tabel 2-19 Overzicht SOBEK uitvoerlocaties (Rijn)

Locatie	Fews Id	SOBEK Locatie
Lobith	H-RN-0001	RT2_Bovenryn_.00
Koblenz	H-RN-0021	RM1_RHEIN04_6489.00
Rockenau	H-RN-0659	NE1_NEC07_.00
Maxau	H-RN-0689	MM1_RHEIN01_.00
Speyer	H-RN-0691	MM1_RHEIN01_37826
Mannheim	H-RN-0692	MM1_RHEIN01_65784.00
Worms	H-RN-0693	MM1_RHEIN03_.00
Mainz	H-RN-0695	RM1_RHEIN01_.00
Kalkofen	H-RN-0888	LA1_Lahn02_.00
Cochem	H-RN-0908	MO1_MOSEL01_.00
Bingen	H-RN-0942	RM1_RHEIN03_.00
Kaub	H-RN-0943	AL1_RHEIN01_.00
Andernach	H-RN-0947	AL1_RHEIN02_.00
Köln	H-RN-0950	AL1_RHEIN03_.00
Düsseldorf	H-RN-0951	AL1_RHEIN04_.00
Ruhrort	H-RN-0952	AL1_RHEIN05_.00
Wesel	H-RN-0953	AL1_RHEIN06_.00
Rees	H-RN-0954	AL1_RHEIN07_.00
Emmerich	H-RN-0955	AL1_RHEIN07_14600.00
Raunheim	H-RN-1027	MA3_MAIN02_.00

Tabel 2-20 Overzicht SOBEK uitvoerlocaties (Rijn)



Locatie	Fews Id	Sobek Locatie
Pannerdensche kop	H-RN-PANK	RT2_Bovenryn_4814.00
Nijmegen-haven	H-RN-NIJM	RT2_Waal__1_17082.0
Dodewaard	H-RN-DODE	RT2_Waal__1_33661.0
TielWaal	H-RN-TIEL	RT2_Waal__1_45719.0
Zaltbommel	H-RN-ZALT	RT2_Waal__2_20969.0
Vuren	H-RN-VURE	RT2_Waal__2_37444.0
Ysselkop	H-RN-IJSS	RT2_Pankanaa_11347.0
Arnhem	H-RN-ARNH	RT2_Nederryn_4013.00
Driel-boven	H-RN-DRI2	RT2_Nederryn_12038.0
Driel-beneden	H-RN-DRI1	RT2_Nederryn_13042.0
Amerongen-boven	H-RN-AME2	RT2_Nederryn_42672.0
Amerongen-beneden	H-RN-AME1	RT2_Nederryn_43657.0
Culemborg	H-RN-CULE	RT2_Lek__1_10375.0
Hagestein-boven	H-RN-HAG2	RT2_Lek__1_17786.0
Hagestein-beneden	H-RN-HAG1	RT2_Lek__1_17787.0
Schoonhoven	H-RN-SCHO	RT2_Lek__2_23581.0
Doesburg	H-RN-DOES	RT2_Yssel__1_20055.0
Zutphen	H-RN-ZUTP	RT2_Yssel__1_41615.0
Deventer	H-RN-DEVE	RT2_Yssel__1_57158.0
Olst	H-RN-OLST	RT2_Yssel__1_69191.0
Katerveer	H-RN-KATE	RT2_Yssel__2_22895.0
Kampen	H-RN-KAMP	RT2_Yssel__2_37328.0
Ramspolbrug	H-RN-RAMS	RT2_Yssel__2_44296.0
Krimpen aan de Lek	H-RN-KRIM	RT2_Lek__2_40639.0
Werkendam	H-RN-WERK	RT2_Waal__2_46761.0

## 2.9 Meervoudig lineair regressie (MLR) model

Voor de afvoer- en waterstandsvoorspelling bij Lobith is ook een meervoudig lineair regressie model beschikbaar in FEWS-NL. Voor deze regressie lijnen worden de volgende afvoer- waterstandstations (Tabel 2.21) en meteorologische (neerslag) stations (Tabel 2.22) gebruikt. De gebruikte neerslagwaarden in de regressie zijn 24 uren sommen.

Tabel 2-21 Overzicht afvoer en waterstandstation gebruikt in MLR modellen

FewsNL id	Volledige naam	Afkorting
H-RN-0947	Andernach	and
H-RN-0908	Cochem	coc
H-RN-0957	Hattingen	hat
H-RN-0888	Kalkhofen	kal
H-RN-0943	Kaub	kau
H-RN-0021	Koblenz	kob
H-RN-0950	Köln	kol
H-RN-0689	Maxau	max
H-RN-PLOC	Plochingen	ploc
H-RN-TRIE	Trier	tri
H-RN-0693	Worms	wor
H-RN-WURZ	Wurzburg	wur
H-RN-0001	Lobith	lob

Tabel 2-22 Overzicht meteorologische station gebruikt in MLR modellen

FewsNL id	Volledige naam	afkorting
M-10406	Bocholt	boch
M-10400	Dusseldorf	duss
M-10637	Frankfurt	fran
M-10532	Giessen	gies
M-07180	Nancy	nanc
M-07190	Strassbourg	stra
M-10738	Stuttgart	stut
M-10609	Trier	trie

### 2.9.1 MLR zonder neerslagvoorspelling

Hieronder volgt een beschrijving van de verschillende regressielijnen die gelden onder verschillende condities. De tijdsaanduiding staat in haakjes achter de afkorting van de stationsnamen, dus duss(t-24) staat voor de 24 sommen van de afgelopen 24 uur en lob(t-48) staat voor de afvoer of waterstand van 2 dagen geleden tot en met 1 dag geleden. Deze MLR voorspelling zonder neerslagvoorspelling is opgenomen in de Import\_External workflow.

### I dag vooruit

Voor  $Q_{Lobith} \geq 2300$  en  $t=1..24$  geldt

$$Q_{Lobith}(t) = A * kol(t-24) + B * lob(t-24) + C * \hat{t}(t-24) + D$$

waarin

A	<b>0.5950096</b>
B	0.3696131
C	1.1272353
D(m <sup>3</sup> /s)	97.6444785

Voor  $Q_{Lobith} \geq 5000$  en  $t=1..24$  geldt

$$Q_{Lobith}(t) = A * kol(t-24) + B * lob(t-24) + C * \hat{t}(t-24) + D * duss(t-48) + E$$

waarin

A	<b>0.6027462</b>
B	0.3768664
C	1.0050163
D(m <sup>3</sup> /s/mm)	7.1170060
E (m <sup>3</sup> /s)	13.5231531

Voor  $H_{Lobith} \leq 10$  m en  $t=1..24$  geldt

$$H_{Lobith}(t) = A * lob(t-24) + B * kol(t-72) + C * kol(t-24) + D * duss(t-48) + E * kol(t-48) + F * duss(t-72) + G * \hat{t}(t-24) + H * \hat{t}(t-48) + I * \text{and}(t-24) + J$$

waarin

A	<b>0.9796816</b>
B	-0.3850533
C	0.7231197
D(m/mm)	0.002344726
E	-0.2034129
F (m/mm)	-0.002234310
G	0.1138798
H	-0.1135333
I	-0.1068422
J (m)	0.076901839

## 2 dagen vooruit

Voor  $Q_{Lobith} \geq 2300$  en  $t = 25..48$  geldt

$$Q_{Lobith}(t) = A * \text{and}(t-48) + B * \text{hat}(t-48) + C * \text{trie}(t-72) + D * \text{lob}(t-144) + E * \text{plo}(t-48) \\ + F * \text{duss}(t-72) + G * \text{kal}(t-48) + H * \text{hat}(t-72) + I$$

waarin

A	<b>0.85250585</b>
B	2.26974174
C (m <sup>3</sup> /s/mm)	8.76112818
D	0.05695855
E	0.96143257
F (m <sup>3</sup> /s/mm)	8.10200564
G	1.16206456
H	-0.74890489
I (m <sup>3</sup> /s)	168.20474064

Voor  $Q_{Lobith} \geq 5000$  en  $t = 25..48$  geldt

$$Q_{Lobith}(t) = A * \text{and}(t-48) + B * \text{hat}(t-48) + C * \text{boch}(t-72) + D * \text{gies}(t-72) + E * \text{lob}(t-144) \\ + F * \text{plo}(t-48) + G * \text{plo}(t-120) + H * \text{fran}(t-72) + I * \text{lob}(t-96) + J * \text{wur}(t-48) + K * \text{hat}(t-72) + L$$

waarin

A	<b>0.88701991</b>
B	2.10085502
C (m <sup>3</sup> /s/mm)	22.69153021
D (m <sup>3</sup> /s/mm)	8.03231366
E	0.01193358
F	0.64623278
G	-0.46647901
H (m <sup>3</sup> /s/mm)	17.75191800
I	0.03185349
J	0.36534467
K	-0.36800710
L (m <sup>3</sup> /s)	103.56490352

Voor  $H_{Lobith} \leq 10$  m en  $t=25..48$  geldt

$$H_{Lobith}(t) = A \cdot \text{and}(t-48) + B \cdot \text{hat}(t-48) + C \cdot \text{lob}(t-48) + D \cdot \text{hat}(t-72) + E \cdot \text{and}(t-96) + F \cdot \text{kal}(t-48) + G \cdot \text{kal}(t-72) + H$$

waarin

A	<b>0.8399200</b>
B	0.1875609
C	0.8807251
D	-0.1912174
E	-0.7209013
F	0.3529073
G	-0.2724599
H (m)	0.656663659

### 3 dagen vooruit

Voor  $Q_{Lobith} \geq 2300$  en  $t=49..72$  geldt

$$Q_{Lobith}(t) = A \cdot \text{and}(t-72) + B \cdot \text{hat}(t-72) + C \cdot \text{plo}(t-72) + D \cdot \text{trie}(t-96) + E$$

waarin

A	<b>0.7406544</b>
B	2.3752576
C	3.9965431
D	36.8500507
E (m <sup>3</sup> /s)	409.0900650

Voor  $Q_{Lobith} \geq 5000$  en  $t=49..72$  geldt

$$Q_{Lobith}(t) = A \cdot \text{and}(t-72) + B \cdot \text{hat}(t-72) + C \cdot \text{fran}(t-96) + D \cdot \text{and}(t-96) + E \cdot \text{plo}(t-72) + F \cdot \text{boch}(t-96) + G \cdot \text{trie}(t-96) + H \cdot \text{plo}(t-96) + I \cdot \text{nanc}(t-120) + J \cdot \text{plo}(t-144) + K \cdot (\text{kau}-72) + L \cdot \text{coc}(t-72) + M \cdot \text{trie}(t-168) + N \cdot \text{stut}(t-144) + O$$

waarin

A	<b>0.1331241</b>
B	1.9367453
C (m <sup>3</sup> /s/mm)	29.6299666
D	-0.1253608
E	1.8406313

F (m <sup>3</sup> /s/mm)	27.7342614
G (m <sup>3</sup> /s/mm)	26.1559214
H	0.9397233
I (m <sup>3</sup> /s/mm)	7.199915
J	-1.082818
K	0.8302616
L	0.7360255
M (m <sup>3</sup> /s/mm)	8.8336371
N (m <sup>3</sup> /s/mm)	-8.5077802
O (m <sup>3</sup> /s)	543.1239696

Voor  $H_{Lobith} \leq 10$  m en  $t=49..72$  geldt

$$H_{Lobith}(t) = A * kal(t-72) + B * kal(t-96) + C * max(t-72) + D * lob(t-72) + E * kau(t-120) \\ + F * trie(t-96) + G * plo(t-72) + H * tri(t-72) + I * kau(t-72) + J * tri(t-144) \\ + K * wor(t-168) + L$$

waarin

<b>A</b>	<b>0.7229612</b>
B	-0.69907376
C	0.1841619
D	0.9452454
E	-0.5974281
F (m/mm)	0.007588990
G	0.2972422
H	0.3617706
I	0.6332033
J	-0.2740607
K	-0.2031953
L (m)	-0.823531040

#### 4 dagen vooruit

Voor  $Q_{Lobith} \geq 2300$  en  $t=73..96$  geldt

$$Q_{Lobith}(t) = A * and(t-96) + B * plo(t-96) + C * trie(t-120) + D * hat(t-96) + E * plo(t-168) \\ + F * hat(t-120) + G$$

waarin

A	<b>0.712959</b>
B	6.131147
C (m <sup>3</sup> /s/mm)	46.866786
D	3.750315
E	-2.350572
F	-1.794419
G (m <sup>3</sup> /s)	516.041554

Voor  $Q_{Lobith} \geq 5000$  en  $t=73..96$  geldt

$$Q_{Lobith}(t) = A \cdot \text{and}(t-96) + B \cdot \text{trie}(t-120) + C \cdot \text{plo}(t-96) + D \cdot \text{hat}(t-96) + E \cdot \text{and}(t-120) + F \cdot \text{coc}(t-96) + G \cdot \text{wor}(t-96) + H \cdot \text{fran}(t-120) + I \cdot \text{kau}(t-192) + J \cdot \text{stut}(t-144) + K \cdot \text{wur}(t-96) + L \cdot \text{stut}(t-168) + M \cdot \text{fran}(t-168) + N$$

waarin

A	<b>-0.11004733</b>
B (m <sup>3</sup> /s/mm)	58.16420024
C	3.22845594
D	2.13237172
E	-0.03744176
F	0.89252258
G	0.70848513
H (m <sup>3</sup> /s/mm)	43.86858914
I	0.10344342
J (m <sup>3</sup> /s/mm)	11.95212396
K	1.26260295
L (m <sup>3</sup> /s/mm)	-22.015909229
M (m <sup>3</sup> /s/mm)	20.96459866
N (m <sup>3</sup> /s)	882.602993

Voor  $H_{Lobith} \leq 10$  m en  $t=73..96$  geldt

$$H_{Lobith}(t) = A \cdot \text{kal}(t-96) + B \cdot \text{plo}(t-96) + C \cdot \text{kal}(t-120) + D \cdot \text{tri}(t-96) + E \cdot \text{lob}(t-96) + F \cdot \text{max}(t-96) + G \cdot \text{kol}(t-144) + H \cdot \text{max}(t-192) + I \cdot \text{trie}(t-144) + J$$

waarin

A	<b>0.9852354</b>
B	0.5127778
C	-0.8982734
D	0.3276552
E	1.0478542
F	0.5633280
G	-0.4094817
H	-0.3413337
I	0.014526679
J (m)	-2.247718449

## 2.9.2 MLR met DWD-LM voorspelling

Om de MLR voorspelling te verbeteren is er ook een calibratie uitgevoerd met neerslagverwachtingen. Hierbij gaat het om de neerslagverwachting voor het Noordelijk Rijnstroomgebied (N) en het zuidelijk stroomgebied (Z). Dit is verder onderverdeeld in

N            voorspelde neerslag t=1-24;  
Nplus1      voorspelde neerslag t=25-48;  
Nplus2      voorspelde neerslag t=49-72;

en

Z            voorspelde neerslag t=1-24;  
Zplus1      voorspelde neerslag t=25-48;  
Zplus2      voorspelde neerslag t=49-72;

Deze tijdseries worden gebruikt in MLR met DWD-LM voorspelling. Voor N, Nplus1 en Nplus2 wordt de gemiddelde neerslagverwachting van de volgende bassins gebruikt: Lippe, Ruhr, Sieg, Wupper, Erft. Voor Z, Zplus1, Zplus2 wordt de gemiddelde neerslagverwachting van de Mosel, Neckar en de Main gebruikt. Deze MLR voorspelling met DWD-LM is opgenomen in de Rijn\_Forecast\_DWD-LM workflow.

## 2 dagen vooruit

Voor  $Q_{Lobith} \geq 2300$  en  $t=25..48$  geldt

$$Q_{Lobith}(t) = A * \text{and}(t-48) + B * \text{hat}(t-48) + C * N(t-24) + D * \text{kal}(t-48) + E * \text{plo}(t-48) \\ + F * \text{lob}(t-144) + G * \text{hat}(t-72) + H * \text{trie}(t-72) + I$$



waarin

A	<b>0.85375036</b>
B	2.41703721
C (m <sup>3</sup> /s/mm)	18.08413908
D	1.19229901
E	0.91035650
F	0.05850534
G	-0.91820670
H (m <sup>3</sup> /s)	143.85002070

Voor  $Q_{Lobith} \geq 5000$  en  $t=25..48$  geldt

$$Q_{Lobith}(t) = A * Q_{Lobith\_2.91}(t) + B * N + C * N_{plus2}$$

waarin

A	<b>0.994</b>
B (m <sup>3</sup> /s/mm)	20.823
C (m <sup>3</sup> /s/mm)	-10.006

Voor  $H_{Lobith} \leq 10$  m en  $t=25..48$  geldt

$$H_{Lobith}(t) = A * \text{and}(t-48) + B * N(t-24) + C * \text{lob}(t-48) + D * \text{kol}(t-72) + E * \text{kal}(t-48) + F$$

waarin

A	<b>0.9963296</b>
B (m <sup>3</sup> /s/mm)	0.017320422
C	0.7515662
D	-0.8087272
E	0.2493104
F (m)	1.546815568

### 3 dagen vooruit

Voor  $Q_{Lobith} \geq 2300$  en  $t=49..72$  geldt

$$Q_{Lobith}(t) = A * \text{and}(t-72) + B * \text{hat}(t-72) + C * \text{plo}(t-72) + D * N(t-48) + E * \text{trie}(t-96) + F * \text{tri}(t-72) + G * \text{tri}(t-96) + H * N_{plus1}(t-96) + I * \text{plo}(t-168) + J$$

waarin

A	<b>0.8163278</b>
B	1.8781251
C	3.0392034
D (m <sup>3</sup> /s/mm)	40.2674497
E (m <sup>3</sup> /s/mm)	15.8317413
F	0.7285294
G	-0.6321657
H(m <sup>3</sup> /s/mm)	17.2601721
I	-0.9579678
J (m <sup>3</sup> /s)	253.8362598

Voor  $Q_{Lobith} \geq 5000$  en  $t=49..72$  geldt

$$Q_{Lobith}(t) = A * Q_{Lobith\_2.9.1}(t) + B * N(t-48) + C * Nplus1(t-24)$$

waarin

A	<b>0.971</b>
B (m <sup>3</sup> /s/mm)	50.504
C (m <sup>3</sup> /s/mm)	18.867

Voor  $H_{Lobith} \leq 10$  m en  $t=49..72$  geldt

$$H_{Lobith}(t) = A * kal(t-72) + B * N(t-48) + C * plo(t-72) + D * lob(t-72) + E * kal(t-96) + F * tri(t-72) + G * wor(t-72) + H * Nplus1(t-24) + I * wor(t-168) + J * tri(t-144) + K$$

waarin

A	<b>0.7266353</b>
B (m/mm)	0.026822555
C	0.2984635
D	0.8500902
E	-0.6397755
F	0.4025693
G	0.5053018
H (m/mm)	0.017353138
I	-0.4147990
J	-0.2753606
K (m)	0.146492653

#### 4 dagen vooruit

Voor  $Q_{Lobith} \geq 2300$  en  $t=73..96$  geldt

$$Q_{Lobith}(t) = A * \text{and}(t-96) + B * \text{plo}(t-96) + C * N(t-72) + D * \text{hat}(t-96) + E * \text{trie}(t-120) + F * N_{\text{plus1}}(t-48) + G * \text{plo}(t-168) + H * \text{hat}(t-120) + I$$

waarin

A	<b>0.716424</b>
B	5.911448
C (m <sup>3</sup> /s/mm)	60.450342
D	3.472730
E (m <sup>3</sup> /s/mm)	32.838020
F (m <sup>3</sup> /s/mm)	45.729760
G	-2.131208
H	-1.745678
I (m <sup>3</sup> /s)	341.969146

Voor  $Q_{Lobith} \geq 5000$  en  $t=73..96$  geldt

$$Q_{Lobith}(t) = A * Q_{Lobith\_2.9.1}(t) + B * N(t-72) + C * N_{\text{plus1}}(t-48)$$

waarin

A	<b>0.932</b>
B (m <sup>3</sup> /s/mm)	81.499
C (m <sup>3</sup> /s/mm)	62.022

Voor  $H_{Lobith} \leq 10$  m en  $t=73..96$  geldt

$$H_{Lobith}(t) = A * \text{kal}(t-96) + B * N(t-72) + C * \text{plo}(t-96) + D * N_{\text{plus1}}(t-48) + E * \text{tri}(t-96) + F * \text{lob}(t-96) + G * \text{tri}(t-168) + H * \text{max}(t-192) + I * \text{max}(t-96) + J * \text{kal}(t-120) + K * N_{\text{plus2}}(t-24) + L * Z(t-72) + M$$

waarin

A	<b>0.8813313</b>
B (m/mm)	0.031819707
C	0.4913398
D	0.028504467
E	0.3893119
F	0.8733112
G	-0.2179234
H	-0.5122505
I	0.5188571
J	-0.8258265
K (m/mm)	0.017551355
L (m/mm)	0.018192934
M (m)	-0.370769337

## 3 Workflows

### 3.1 Inleiding

Alle activiteiten die door FEWS-NL worden uitgevoerd, worden gedraaid als zogenaamde “workflows”. Deze beschrijven de logische volgorde waarin de verschillende modules worden uitgevoerd. Workflows kunnen individueel worden uitgevoerd, maar een overkoepelende workflow kan eveneens gedefinieerd worden die andere workflows weer aanroept.

De in FEWS-NL gedefinieerde workflows zijn onderverdeeld in drie groepen;

1. Algemene workflows
2. Workflows specifiek voor de Maas
3. Workflows specifiek voor de Rijn

#### 3.1.1 Algemene Workflows

In Tabel 3-1 worden de in FEWS-NL gebruikte algemene workflows beschreven.

Tabel 3-1 Definitie van algemene workflows

Naam	Beschrijving
ImportExternal	Workflow om alle beschikbare externe data te importeren.
ReportExport	Exporteert de in de voorspellingen gemaakte rapporten naar een externe locatie om met een web browser bekeken te kunnen worden.

#### 3.1.2 Workflows specifiek voor de Maas

In Tabel 3-2 worden de in FEWS-NL gebruikte workflows beschreven die specifiek voor de Maas beschikbaar zijn.

Tabel 3-2 Definitie van workflows voor de Maas

Naam	Beschrijving
Maas_Interpolatie	Workflow om de ruimtelijke neerslag & temperatuur interpolatie uit te voeren.
Maas_Update	Workflow om de toestanden van de modellen te actualiseren.
Maas_Forecast_HIRLAM	Workflow om een voorspelling te maken met de KNMI-HIRLAM voorspelling als invoer.
Maas_Forecast_DWD_GME	Workflow om een voorspelling te maken met de DWD-GME voorspelling als invoer
Maas_Forecast_DWD_LM	Workflow om een voorspelling te maken met de DWD-LM voorspelling als invoer

Naam	Beschrijving
Maas_Forecast_ECMWF_DET	Workflow om een voorspelling te maken met de deterministische ECMWF voorspelling als invoer
Maas_Forecast_ECMWF_EPS	Workflow om een voorspelling te maken met de Ensemble ECMWF voorspelling als invoer
Maas_Forecast	Workflow die alle bovengenoemde Forecast workflows sequentieel aanroept.

De gedefinieerde workflows kunnen allemaal onafhankelijk uitgevoerd worden. Bij normaal gebruik zal het uitvoeren van workflows echter een logische volgorde hebben;

1. Eerst worden de meest recent beschikbare gegevens in FEWS-NL geïmporteerd door de workflow *ImportExternal* uit te voeren. Voorafgaand moet eventueel gezorgd worden dat de te importeren gegevens naar de juiste importfolders gekopieerd zijn. Tijdens de import worden de gegevens automatisch volgens de gedefinieerde validatieregels gecontroleerd. Eventueel kan met FEWS-NL een visuele inspectie worden uitgevoerd, en waar nodig kunnen gegevens handmatig gecorrigeerd worden.
2. Na importeren, worden de gegevens voorbereid voor gebruik in de modellen. Deze voorbereiding bestaat met name uit het interpoleren van de beschikbare neerslag en temperatuur data. Deze stap wordt uitgevoerd door de workflow “Maas\_Interpolate”
3. Nadat de gegevens voorbereid zijn kunnen deze in de modellen worden ingezet. In de eerste model stap worden de modeltoestanden op grond van de meest recente gegevens zoveel mogelijk bijgewerkt. Deze modeltoestand zal dan later als basis dienen voor de te maken voorspellingen. De workflow “Maas\_Update” voert deze stap uit, gebruikmakend van de meest recent beschikbare (bewerkte) historische gegevens. Het is hierbij wel van belang dat de gegevens van de zojuist gemaakte Update run als “Approved” worden geaccepteerd. Indien dit niet gedaan wordt kunnen deze niet door een voorspellingsrun worden gebruikt. De resultaten van de run kunnen eveneens niet worden bekeken. Na het uitvoeren van de run moet die run als “Approved” aangestipt worden. De resultaten kunnen vervolgens worden bekeken. Indien deze op orde zijn kan met de voorspelling worden doorgedaan. Eventueel kan de run worden overgedaan nadat aan de invoerdata iets is aangepast (indien nodig). Door deze run vervolgens weer als “Approved” aan te duiden wordt gezorgd dat deze in de daaropvolgende voorspellingen wordt gebruikt. In de workflow “Maas\_Update” zijn eveneens de stappen van de workflow “Maas\_Interpolate” opgenomen. In principe kunnen dus beide stappen in één keer worden uitgevoerd. “Maas\_Interpolate” is toch opgenomen als onafhankelijk te kiezen workflow.
4. De volgende stap is het maken van de voorspelling. Er is een aantal voorspellingen gedefinieerd, afhankelijk van de meteorologische voorspelling die wordt gebruikt. Hierop wordt in het volgende hoofdstuk uitvoerig op ingegaan. Net als bij de update run kan de voorspelling als “Approved” worden aangeduid. Een run die deze vlag nog niet heeft kan echter worden geopend en bekeken (of vergeleken met de “approved” run in het geval van een scenario run). De meest recente “approved” voorspelling wordt door het systeem automatisch getoond.

5. Als laatste stap is het opstellen van rapportage van de “approved” voorspellingen. Deze rapportage wordt als HTML beschikbaar gesteld.

### 3.1.3 Workflows specifiek voor de Rijn

In Tabel 3-3 worden de in FEWS-NL gebruikte workflows beschreven die specifiek voor de Rijn beschikbaar zijn.

Tabel 3-3 Definitie van workflows voor de Rijn

Naam	Beschrijving
Rijn_Interpolatie	Workflow om de ruimtelijke neerslag & temperatuur interpolatie uit te voeren.
Rijn_Update	Workflow om de toestanden van de modellen te actualiseren.
Rijn_Forecast_HIRLAM	Workflow om een voorspelling te maken met de KNMI-HIRLAM voorspelling als invoer.
Rijn_Forecast_DWD_GME	Workflow om een voorspelling te maken met de DWD-GME voorspelling als invoer
Rijn_Forecast_DWD_LM	Workflow om een voorspelling te maken met de DWD-LM voorspelling als invoer
Rijn_Forecast_ECMWF_DET	Workflow om een voorspelling te maken met de deterministische ECMWF voorspelling als invoer
Rijn_Forecast_ECMWF_EPS	Workflow om een voorspelling te maken met de Ensemble ECMWF voorspelling als invoer
Rijn_Forecast	Workflow die alle bovengenoemde Forecast workflows sequentieel aanroept.

De gedefinieerde workflows kunnen allemaal onafhankelijk uitgevoerd worden. Bij normaal gebruik zal het uitvoeren van workflows echter een logische volgorde hebben;

1. Eerst worden de meest recent beschikbare gegevens in FEWS-NL geïmporteerd door de workflow *ImportExternal* uit te voeren. Voorafgaand moet eventueel gezorgd worden dat de te importeren gegevens naar de juiste importfolders gekopieerd zijn. Tijdens de import worden de gegevens automatisch volgens de gedefinieerde validatieregels gecontroleerd. Eventueel kan een visuele inspectie worden uitgevoerd, en waar nodig kunnen gegevens handmatig gecorrigeerd worden.
2. Na importeren, worden de gegevens voorbereid voor gebruik in de modellen. Deze voorbereiding bestaat met name uit het interpoleren van de beschikbare neerslag- en temperatuurgegevens. Deze stap wordt uitgevoerd door de workflow “Rijn\_Interpolate”. Deze stap wordt eveneens automatisch uitgevoerd als de volgende stap “Rijn\_Update” wordt uitgevoerd.
3. Nadat de gegevens voorbereid zijn kunnen deze in de modellen worden ingezet. In de eerste model stap worden de modeltoestanden met de recente gegevens zoveel mogelijk bijgewerkt. Deze modeltoestand zal dan later als basis dienen voor de te maken voorspellingen. De workflow “Rijn\_Update” voert deze stap uit, gebruik makend van de meest recent beschikbare (bewerkte) historische gegevens. Het is hierbij wel van belang dat de gegevens van de zojuist gemaakte Update run als “Approved” wordt geaccepteerd. Indien dit niet

gedaan wordt kan deze niet door een voorspellingsrun worden gebruikt. De resultaten van de run kunnen eveneens niet worden bekeken. Na het uitvoeren van de run moet die run als “Approved” aangestipt worden. De resultaten kunnen vervolgens worden bekeken. Indien deze op orde zijn kan met de voorspelling worden doorgedaan.

Eventueel kan de run worden overgedaan nadat aan de invoerdata iets is aangepast (indien nodig). Door deze run vervolgens weer als “Approved” aan te duiden wordt gezorgd dat deze in de daaropvolgende voorspellingen wordt gebruikt. In de workflow “Rijn\_Update” zijn eveneens de stappen van de workflow “Rijn\_Interpolate” opgenomen. In principe kunnen dus beide stappen in één keer worden uitgevoerd. “Rijn\_Interpolate” is toch opgenomen als onafhankelijk te kiezen workflow.

4. De volgende stap is het maken van de voorspelling. Er is een aantal voorspellingen gedefinieerd, afhankelijk van de meteorologische voorspelling die wordt gebruikt. Hierop wordt in het volgende hoofdstuk uitvoerig op ingegaan. Net als bij de update run kan de voorspelling als “Approved” worden aangeduid. Een run die deze vlag nog niet heeft kan echter worden geopend en bekeken worden (of vergeleken met de “approved” run in het geval van een scenario run). De meest recente “approved” voorspelling wordt door het systeem automatisch getoond.
5. Als laatste stap is het opstellen van rapportage van de “approved” voorspellingen. Deze rapportage wordt als HTML beschikbaar gesteld.

## 3.2 ImportExternal

Met het uitvoeren van deze workflow worden alle beschikbare externe gegevens geïmporteerd. Verschillende gegevenstypen kunnen in het FEWS geïmporteerd worden. Op dit moment worden bestanden met meetresultaten van neerslag, temperatuur, afvoer en waterstanden in ASCII formaat ingelezen. Daarnaast worden voorspellingen van neerslag en temperatuur in grid-vorm geïmporteerd in het FEWS. Grids in zowel GRIB-formaat als in ASCII-formaat worden in het FEWS ondersteund. Een meer uitgebreide beschrijving van het importeren van gegevens is al gegeven in hoofdstuk 2.4.

De taken die worden uitgevoerd in deze workflow zijn:

### ImportAstronomical

Deze import taak importeert alle CSV bestanden met getij gegevens (afgeleid van [www.getij.nl](http://www.getij.nl)). Deze files moeten voor 2008 en daarna nog worden aangemaakt en dus in de loop van 2007 wederom worden geïmporteerd. Zie ook paragraaf 2.8.3.



## **ImportMSW**

Deze import taak importeert alle CSV bestanden afkomstig van Rijkswaterstaat en MET Sathy via het MSW. Dit zijn gemeten afvoeren en waterstanden op een groot aantal rivierlocaties in Rijn en Maas en gemeten neerslag op een 7 tal neerslaglocaties in de Maas. De MSW gegevens worden in uur-tijdstappen geleverd. Een uitzondering hierop zijn de gegevens van de meetstations Borgharen en Lobith die een interval van 10 minuten hebben, maar deze worden op met een uur tijdstap in FEWS ingelezen.

## **ImportBC2000**

Deze import taak importeert alle bestanden afkomstig van het Rijkswaterstaat BC2000 systeem. Het BC2000 systeem heeft een archief functie. In principe bevattend deze bestanden dezelfde data als de MSW data, behalve dan dat de BC2000 data gevalideerd zijn en dus eventueel gecorrigeerd zijn.

## **ImportSynop**

Deze import taak importeert alle gegevensbestanden afkomstig van het synoptische netwerk van de DWD. De gegevens worden vier keer per dag geleverd, om 01:00; 07:00; 13:00 en 19:00 (CET). Uit de Synop data worden de neerslagcijfers over de voorafgaande 6 uur gegeven of 12 uur gegeven.

## **ImportTTRR**

Deze import taak importeert alle gegevensbestanden afkomstig van het online meetnetwerk van de DWD. De gegevens bevatten gemeten neerslag en temperatuur. Deze worden in uur-tijdstappen geleverd.

## **ImportWSD**

Deze import taak importeert alle gegevensbestanden met externe afvoer en waterstandsvoorspellingen afkomstig van de hoogwaterinformatie dienst, WSD in Mainz. Externe voorspellingen van diverse locaties langs de Rijn worden uit dit bestand ingelezen.

## **ImportKNMI**

Deze import taak importeert alle gegevensbestanden afkomstig van het synoptische netwerk van KNMI. De gegevens worden vier keer per dag geleverd, om 01:00; 07:00; 13:00 en 19:00 (CET). In de bestanden van 01:00 en 13:00 worden de neerslagcijfers over de voorafgaande 6 uur gegeven. Op de andere tijden worden de neerslagcijfers over de laatste 12 uur gegeven. Om 07:00 worden eveneens de minimum temperaturen van de afgelopen 24 uur gegeven, om 19:00 worden de maximum temperaturen gegeven.

### **ImportECMWF-Det**

Deze import taak importeert de deterministische weersvoorspelling afkomstig van ECMWF. Deze voorspelling wordt in GRIB formaat ingelezen. De lengte van de voorspelling is 240 uur (10 dagen), met een tijdstap van 12 uur.

### **ImportECMWF-EPS**

Deze import taak importeert de Ensemble (EPS) weersvoorspelling afkomstig van ECMWF. Deze voorspellingen worden in GRIB formaat ingelezen. De lengte van de voorspelling is 240 uur (10 dagen), met een tijdstap van 12 uur.

### **ImportKNMI-HIRLAM**

Deze import taak importeert de HIRLAM weersvoorspelling van het KNMI. Deze voorspelling wordt in GRIB formaat ingelezen. De lengte van de voorspelling is 48 uur met een tijdstap van 1 uur.

### **ImportDWD-LM**

Deze import taak importeert de DWD voorspelling gemaakt met het Lokale Model. Deze voorspelling wordt in het DWD ASCII Grid formaat ingelezen. De lengte van de voorspelling is 78 uur met een tijdstap van 1 uur.

### **ImportDWD-GME**

Deze import taak importeert de DWD voorspelling gemaakt met het Global Model. Deze voorspelling wordt in het DWD ASCII Grid formaat ingelezen. De lengte van de voorspelling is 7 ¼ dag met een tijdstap van 3 uur.

### **LevelTo FLOW**

Deze taak converteert de waterstanden via Q-h relaties naar afvoeren.

### **ImportMerge**

Deze taak voegt de gegevens uit de BC2000 en van MSW samen tot 1 tijdserie door middel van data hiërarchie. De gegevens uit de BC2000 files worden aangevuld met de gegevens uit de MSW bestanden indien nodig.

### **MLR\_Rijn\_Calculate6hPrecipitation**

Deze taak berekent de 6 uurse neerslag uit de P.06 en P.12 tijdseries die in de MLR voorspelling worden gebruikt.

### **MLR\_Rijn\_DisaggregatePrecipitation**

Deze taak disaggregeert de 6 uurse neerslag berekend in MLR\_Rijn\_Calculate6hPrecipitation.

### **MLR\_Rijn\_Forecast**

Deze taak berekend de MLR voorspelling op basis van de vergelijking gegeven in hoofdstuk 2.9.1.

### **MLR\_Rijn\_Forecast\_L2F**

Deze taak zet afhankelijk van de afvoer of waterstand bij Lobith de afvoer om in waterstanden en vice versa.

### **MLR\_Rijn\_Forecast\_Merge**

Deze taak maakt van de verschillende voorspelling ( $H < 10$  meter,  $Q > 2300$  en  $Q > 5000$ ) een tijdreeks aan voor de verschillende voorspellingen (1, 2, 3, 4 dagen vooruit).

### **Import\_Thresholds**

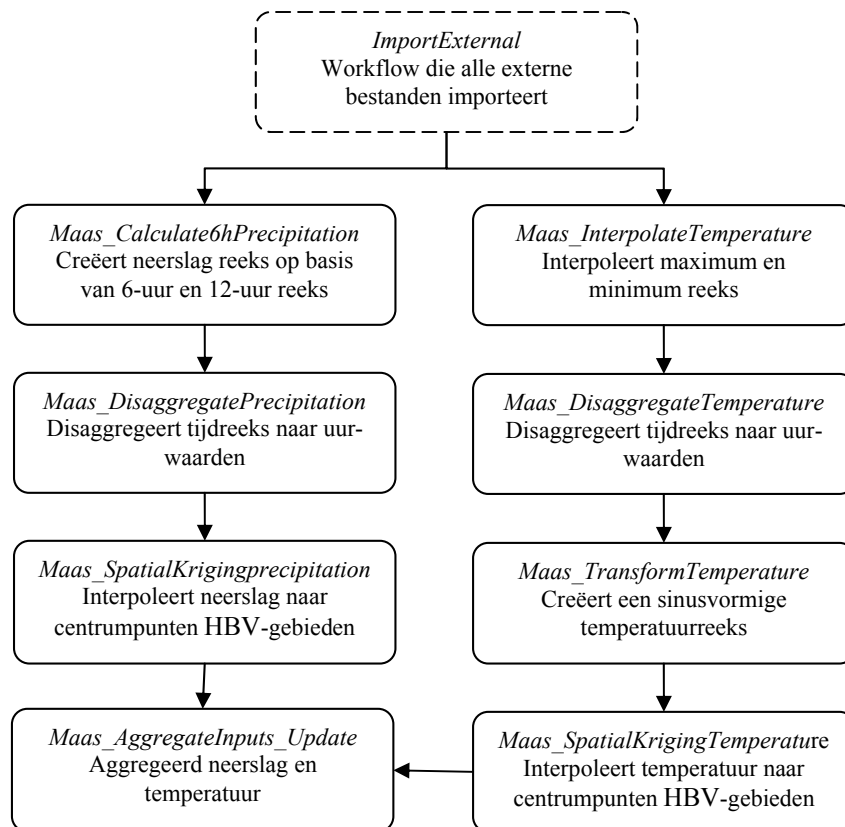
Deze activiteit van de ThresholdEvent module controleert of er geconfigureerde grenzen worden overschreden (voor Lobith en Borgharen).

### **Report\_ThresholdCrossings\_Import**

De Report module rapporteert als er een grenswaarde wordt overschreden.

## **3.3 Maas\_Interpolate**

Deze workflow omvat alle bewerkingen die op de invoergegevens moeten worden gedaan om de workflows van *Update-run* en *Forecast-runs* te kunnen draaien. Dit omvat onder andere het opvullen, aftrekken, disaggregeren, interpoleren, transformeren en samenvoegen van reeksen. Deze workflow dient na het importeren van data uitgevoerd te worden, voordat men een *Update* of *Forecast* workflow gaat draaien. De uit te voeren taken worden in deze paragraaf verder toegelicht.



Figuur 3-1 Schematische weergave van de uit te voeren taken voor de workflow *Maas\_Interpolate*.

### Maas\_Calculate6hPrecipitation

Voor de 24 KNMI stations zijn gegevens beschikbaar op twee verschillende tijdschalen, namelijk cumulatieve neerslag voor een 6 uren periode en voor een 12 uren periode. De 6 uren metingen worden gedaan om 01.00 uur en 13.00 uur en de 12 uren metingen worden gedaan om 07.00 uur en 19.00 uur en overlappen dus een deel van de 6 uren periode.

De twee geïmporteerde KNMI tijdreeksen van 6 uur en 12 uur worden samengevoegd door eerst van de 12 uur reeks de waarden van de (6 uur verschoven) 6 uur reeks af te halen, zodat bekend is hoeveel neerslag er is gevallen in de 6 uren perioden tussen 07.00 uur en 13.00 uur en tussen 19.00 uur en 01.00 uur en vervolgens de twee 6 uur reeksen aan elkaar te plakken.

Invoer:

- Een historische cumulatieve 6 uur neerslagreeks voor alle KNMI-metstations gemeten om 01.00 uur en 13.00;
- Een historische cumulatieve 12 uur neerslagreeks voor alle KNMI-metstations gemeten om 07.00 uur en 19.00.

Uitvoer:

- Een historische cumulatieve 6 uur neerslagreeks voor alle KNMI-metstations.

## **Maas\_DisaggregatePrecipitation**

Deze taak van de transformatie module zorgt ervoor dat de resulterende volledige 6 urreeks van de KNMI stations wordt gedisaggregeerd naar een 1 uur reeks. Omdat de 6 urreeks nog cumulatieve waarden bevat wordt gebruik gemaakt van een disaggregatie methode waarbij cumulatieve waarden omgezet worden naar instantane waarden.

Invoer:

- Een historische cumulatieve 6 uur neerslagreeks voor alle KNMI-meetstations.

Uitvoer:

- Een historische instantane 1 uur neerslagreeks voor alle KNMI-meetstations.

## **Maas\_MergePrecipitation**

Deze taak zorgt ervoor dat alle neerslagreeksen worden samengevoegd tot een geheel.

Invoer:

- Een historische instantane 1 uur neerslagreeks voor alle KNMI-meetstations;
- Een historische instantane 1 uur neerslagreeks voor alle MET Sethy meetstations.

Uitvoer:

- Een historische instantane 1 uur neerslagreeks voor alle meetstations.

## **Maas\_SpatialKrigingPrecipitation**

De MET Sethy 1 uur reeks en de gedisaggregeerde KNMI 1 uur reeks wordt met behulp van de interpolatie module via Kriging in één slag geïnterpoleerd naar de middelpunten van de HBV-stroomgebieden.

Invoer:

- Een historische instantane 1 uur neerslagreeks voor alle meetstations;

Uitvoer:

- Een ruimtelijk geïnterpoleerde 1 uur neerslagreeks voor alle centrapunten van HBV-stroomgebieden.

## **Maas\_InterpolateTemperature**

Voor de 24 KNMI stations zijn gegevens beschikbaar in de vorm van twee reeksen. Een reeks met het dagminimum voor de temperatuur voor alle stations en een reeks met het dag maximum voor de temperatuur voor alle stations. Deze is als volgt bepaald:

- 24 uren reeks met maximum temperatuur tussen 7.00 uur en 19.00 uur
- 24 uren reeks met minimum temperatuur tussen 19.00 uur en 7.00 uur

De geïmporteerde reeksen moeten aangevuld worden met waarden, zodat een volledige reeks ontstaat. Het vullen van gaten kleiner dan 3 dagen voor de maximum reeks vindt plaats op basis van een interpolatie van de maximumtemperaturen en voor de minimumreeks op basis van een interpolatie van de minimumtemperaturen. Voor gaten groter dan 3 dagen wordt een *default* waarde ingevuld, namelijk 10°C voor de maximum temperatuur en 5°C voor de minimum temperatuur.

Invoer:

- Een 24 uren reeks voor alle KNMI-meetstations met maximum temperatuur gemeten tussen 7.00 uur en 19.00 uur;
- Een 24 uren reeks voor alle KNMI-meetstations met minimum temperatuur gemeten tussen 19.00 uur en 7.00 uur.

Uitvoer:

- Een geïnterpoleerde 24 uren reeks voor alle KNMI-meetstations met maximum temperaturen;
- Een geïnterpoleerde 24 uren reeks voor alle KNMI-meetstations met minimum temperaturen.

### **Maas\_DisaggregateTemperature**

Deze taak van de transformatie module zorgt ervoor dat de geïnterpoleerde minimum temperatuurreeks en de geïnterpoleerde maximum temperatuurreeks worden gedisaggregeerd van 24 uren reeks naar 1 uren reeks. Bij de disaggregatie wordt in deze stap een constante temperatuur voor de hele 12 uren periode gegenereerd. Dit is een tussenstap, en in de volgende stap wordt deze constante temperatuur naar een sinusvormig temperatuurverloop over de dag getransformeerd.

Invoer:

- Een geïnterpoleerde 24 uren reeks voor alle KNMI-meetstations met maximum temperaturen;
- Een geïnterpoleerde 24 uren reeks voor alle KNMI-meetstations met minimum temperaturen.

Uitvoer:

- Een gedisaggregeerde 1 uren reeks voor alle KNMI-meetstations maximum temperaturen;
- Een gedisaggregeerde 1 uren reeks voor alle KNMI-meetstations met minimum temperaturen.

## **Maas\_TransformTemperature**

Met behulp van de transformatie module zorgt deze taak ervoor dat er een 24 urige sinusfunctie gecreëerd wordt met een maximum (om 15.00 uur) van 1 en een minimum (om 3.00 uur) van 0. Vervolgens wordt deze sinusfunctie gebruikt om samen met de gedisaggregeerde maximum- en minimumreeks tot één totale reeks te komen met de maximum temperatuur als top en de minimum temperatuur als dal. Hierbij wordt het verschil tussen de maximum en minimum temperatuur vermenigvuldigd met de sinusfunctie, waarbij vervolgens nog de minimum temperatuur wordt opgeteld.

Invoer:

- Een gedisaggregeerde 1 uurs reeks voor alle KNMI-meetstations maximum temperaturen;
- Een gedisaggregeerde 1 uurs reeks voor alle KNMI-meetstations met minimum temperaturen.

Uitvoer:

- Een 'sinusvormige' volledige 1 uur temperatuurreeks voor alle KNMI-meetstations.

## **Maas\_MergeTemperature**

Deze taak zorgt ervoor dat alle temperatuur reeksen worden samengevoegd tot een geheel.

Invoer:

- Een 'sinusvormige' volledige 1 uurs temperatuurreeks voor alle KNMI-meetstations.
- temperatuurreeksen DWD-meetstations

Uitvoer

Invoer:

- Een gedisaggregeerde 1 uurs reeks voor alle KNMI-meetstations maximum temperaturen;
- Een gedisaggregeerde 1 uurs reeks voor alle KNMI-meetstations met minimum temperaturen.

Uitvoer:

- Een temperatuurreeks voor alle meetstations.

## **Maas\_SpatialKrigingTemperature**

De getransformeerde KNMI 1-uur reeks wordt met behulp van de interpolatie module via Kriging geïnterpoleerd naar de middelpunten van de HBV-stroomgebieden.

Invoer:

- Een 'sinusvormige' volledige 1 uurs temperatuurreeks voor alle KNMI-meetstations.

Uitvoer:

- Een ruimtelijk geïnterpoleerde 1 uurs temperatuurreeks voor alle centrapunten van HBV-stroomgebieden.

### **HBV\_Maas\_AggregateInputs\_Update**

Deze module aggregeert de neerslag en temperatuur die is geïnterpoleerd naar de middelpunten van de HBV-stroomgebieden naar grotere stroomgebieden (bijvoorbeeld voor het deelstroomgebied van de Maas bovenstrooms van Chooz). Deze geaggregeerde series kunnen door de gebruiker worden bekeken. De geaggregeerde series worden alleen voor dit doel aangemaakt, en worden niet in de HBV berekening gebruikt. De lijst met aggregatie locaties is opgenomen in bijlage A.

Invoer:

- Ruimtelijk geïnterpoleerde 1 uurs temperatuurreeks en neerslagreeks voor alle centrapunten van HBV-stroomgebieden.

Uitvoer:

- Ruimtelijk geïnterpoleerde 1 uurs temperatuurreeks en neerslagreeks, geaggregeerd naar grotere stroomgebieden.

## **3.4 Maas\_Update**

In deze workflow worden de modeltoestanden van het HBV-model en het SOBEK-model geactualiseerd op basis van historische gegevens. Hierbij kan men een onderscheid maken in een 'koude' start en een 'warme' start. Een koude start maakt gebruik van een *default* toestand, terwijl voor een 'warme' start de meest geschikte toestand gezocht wordt. Voor het HBV-model zoekt het systeem een te gebruiken toestand die tussen de 1 en 8 dagen oud is en voor het SOBEK-model een toestand die tussen de 1 en 10 dagen oud is.

Deze workflow roept als eerste stap de workflow *Maas\_Interpolate* aan, waarin de geïmporteerde gegevens voorbereid worden. De tijdens de update workflow geproduceerde toestand wordt door de verschillende *Forecast* workflows gebruikt. De specifiek door deze workflow uitgevoerde taken worden in deze paragraaf verder uitgewerkt.

### **HBV\_Maas\_Interpolate\_Update**

Wanneer er helemaal geen neerslaggegevens zijn voor alle meetstations zorgt deze taak van de interpolatie module ervoor dat de neerslagreeks aangevuld wordt met de default-waarden, waarvoor de waarde 0 gebruikt wordt. Wanneer er helemaal geen temperatuurgegevens zijn voor alle meetstations zorgt deze taak van de interpolatie module ervoor dat de reeks aangevuld wordt met de default-waarden, waarvoor de waarde 8 gebruikt wordt.

Hiermee kan er altijd een volledige temperatuur en neerslag reeks aan het HBV-model toegeleverd worden.

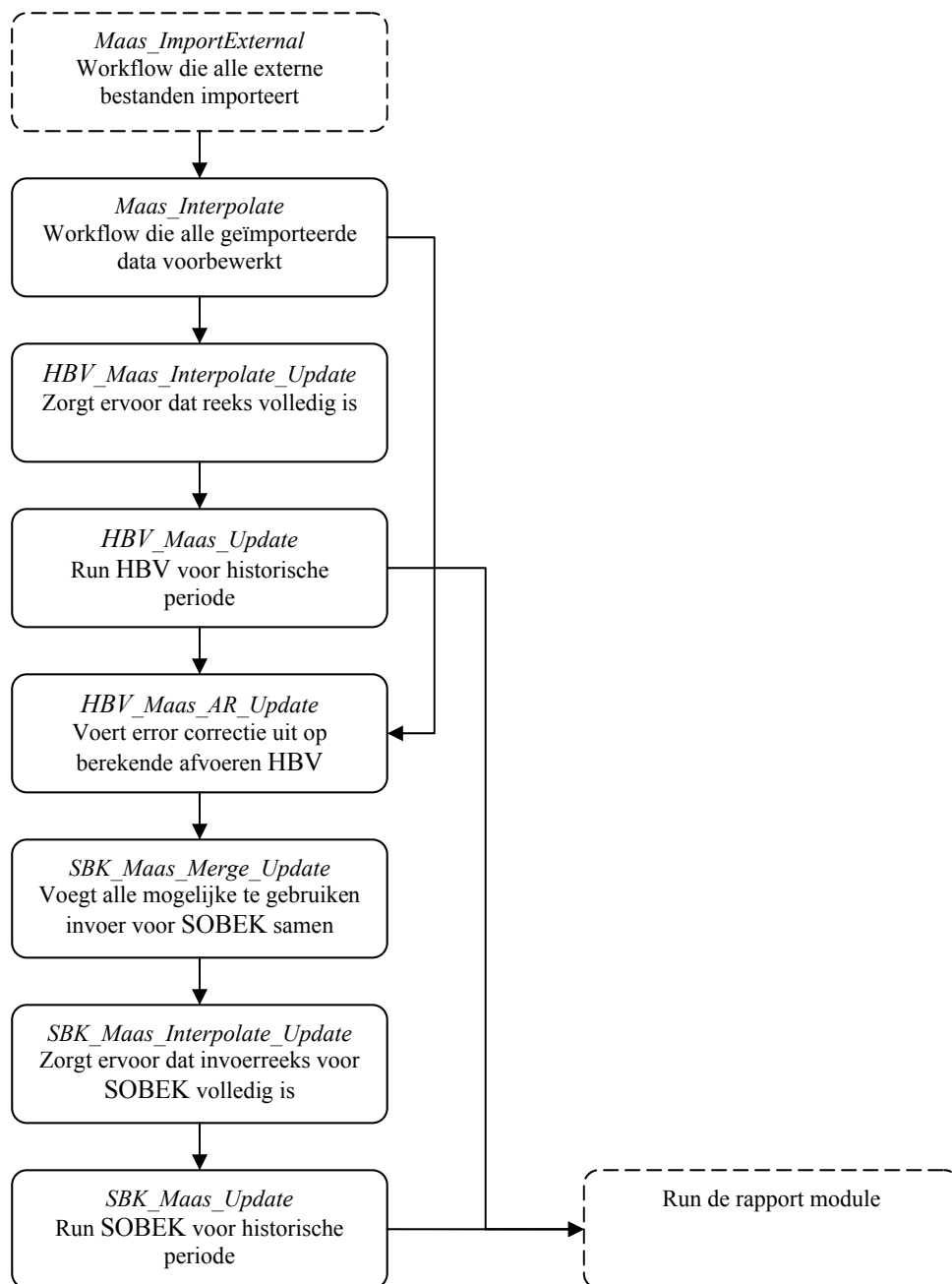


Invoer:

- Een ruimtelijk geïnterpoleerde 1-uur neerslagreeks voor alle centrumpunten van HBV-stroomgebieden;
- Een ruimtelijk geïnterpoleerde 1-uur temperatuurreeks voor alle centrumpunten van HBV-stroomgebieden.

Uitvoer:

- Een volledige 1-uur neerslagreeks zónder missende waarden voor alle centrumpunten van HBV-stroomgebieden;
- Een volledige 1-uur temperatuurreeks zónder missende waarden voor alle centrumpunten van HBV-stroomgebieden.



Figuur 3-2 Schematische weergave voor de uit te voeren taken voor de workflow *Maas\_Update*

## **HBV\_Maas\_Update**

Deze taak van de *General Adapter* zorgt ervoor dat het HBV-model gedraaid wordt met een historische reeks als invoer. Als eerste wordt de meest geschikte initiële conditie gezocht. Voor het HBV-model zoekt het systeem een te gebruiken toestand die tussen de 1 en 8 dagen oud is. De invoerreeksen voor het HBV-model worden geëxporteerd naar een bestand in XML-formaat. De temperatuur en neerslag reeksen worden om en om in het uitvoerbestand gezet, waarbij een volgorde van de HBV-stroomgebieden wordt gehanteerd, zoals is geconfigureerd in het bestand 'FEWSPTQ.key'.

Vervolgens wordt de HBV-preprocessor aangeroepen, die het uitgevoerde XML -bestand omzet naar een voor HBV leesbaar formaat. Daarna wordt het model zelf gedraaid en vervolgens de HBV-postprocessor die de resultaten van het HBV-model weer omzet naar XML-formaat, waarna het vervolgens geïmporteerd wordt in de FEWS database. Bij het omzetten van de HBV resultaten in en XML-formaat wordt gebruik gemaakt van het bestand 'FEWSRES.key', waarin de koppeling van HBV-uitvoer met FEWS locaties wordt gelegd. Als laatste worden de HBV resultaten weer vanuit dit XML bestand ingelezen in FEWS. De modeltoestand voor elk deelstroomgebied wordt eveneens na de run door het FEWS ingelezen en in de database opgeslagen.

Invoer:

- Een geïnterpoleerde volledige historische neerslagreeks per uur voor elk HBV-stroomgebied;
- Een geïnterpoleerde volledige historische temperatuurreeks per uur voor elk HBV-stroomgebied.

Uitvoer:

- Voor elk HBV deelstroomgebied een uurreeks met de berekende afvoeren op de uitstroompunten van de HBV-stroomgebieden.

## **HBV\_Maas\_ARMerge\_Update**

Deze taak voegt de twee afvoerreeksen van Flouriffoux en Salzannes samen tot een afvoerreeks m.b.v. data hiërarchie. De data van Salzannes wordt aangevuld met data van Flouriffoux indien nodig.

## **HBV\_Maas\_ARInterpolate\_Update**

Deze taak interpoleert en extrapoleert de gemeten data om er voor te zorgen dat de ErrorModule goed kan werken. De gaten in de data mogen niet groter zijn dan 4 uur. Indien dit wel het geval is wordt er niet geïnterpoleerd.

## **HBV\_Maas\_AR\_Update**

Met deze taak van de ErrorModule wordt de uitvoer van het HBV model zoals net berekend vergeleken met de beschikbare metingen. Een statistisch AR model wordt opgesteld van deze verschillen en de HBV uitkomsten worden aangepast met de door het AR model voorspelde verschillen. Aangezien in deze stap volledig met historische gegevens wordt gewerkt zal de gecorrigeerde HBV voorspelling overeenkomen met de waargenomen afvoeren. Indien er echter ontbrekende waarden zijn in de waargenomen reeksen, dan zullen deze door de AR module eveneens worden opgevuld.

Invoer:

- Voor de HBV stroomgebieden, waar er een afvoer meetreeks beschikbaar is, een uurreeks met de door HBV berekende afvoeren;
- Voor de overeenkomende meetlocaties de uur reeks van gemeten afvoeren.

Uitvoer:

- Voor de HBV stroomgebieden waar er een afvoer meetreeks beschikbaar is een uurreeks met de gecorrigeerde HBV afvoeren.

## **LAT\_Maas\_Update**

Deze taak berekent de lateralen instromingen voor het Nederlandse gedeelte van het SOBEK Maas model.

## **LAT\_Maas\_Interpolate\_Update**

Deze interpolatie module taak zorgt dat er geen missing values zijn in de berekende lateralen toestromingen voor het SOBEK model van de Maas.

## **OPP\_OPP\_Maas\_Update**

Deze transformatie module taak berekend op basis van oppervlakte-oppervlakte relaties de zijdelingse toestromingen voor het SOBEK model van de kleine beken langs de Maas.

## **Surge\_Calc\_Maas\_Update**

Deze taak van de transformatie module berekent de windopzet op basis van gemeten en astronomisch getij.

## **Surge\_Maas\_Interpolate\_Update**

Deze taak van de interpolatie module zorgt dat er geen missing values zitten in de berekende windopzet.

## **Tidal\_Calc\_Maas\_Update**

Deze taak van de transformatie module berekent de waterstand bij Keizersveer m.b.v. van de windopzet, het astronomisch getij en de gemeten waterstand uit de twee vorige taken.

## SBK\_Maas\_Merge\_Update

Deze taak van de transformatie module zorgt ervoor dat alle mogelijke in de run te gebruiken invoergegevens tot één reeks worden samengevoegd alvorens deze in SOBEK worden gebruikt. Voor elke locatie waar een afvoerreeks voor SOBEK wordt aangemaakt worden de volgende bron reeksen in volgorde van aflopende prioriteit beschouwd:

1. De gecorrigeerde door HBV berekende afvoeren, indien voor die locatie beschikbaar. Indien voor die locatie de HBV afvoer niet gecorrigeerd wordt, wordt de door HBV berekende afvoer beschouwd;
2. De voor de locatie gemeten afvoerreeks (indien beschikbaar).

Alle tijdseries worden over een tijdbestek van -8 dagen tot  $T_0$  beschouwd. Het meenemen van de standaardprofielen in deze hiërarchie zorgt ervoor dat deze standaardreeks aan het begin van de tijdserie altijd beschikbaar is indien een koude start gemaakt moet worden.

Nadat de reeksen zijn samengevoegd wordt gecontroleerd of er geen waarden zijn kleiner dan de voor elke locatie gedefinieerde minimumafvoer. Indien dit het wel het geval is, dan worden die waarden altijd (en zonder waarschuwing) vervangen met de minimum afvoer. Dit minimum is niet het minimum zoals gebruikt in de validatieregels. Deze wordt gebruikt om de stabiliteit van het SOBEK model te waarborgen.

De laatste stap in deze module is het berekenen van de afvoer van afvoer voor de SOBEK randvoorwaarden HBV07\_1\_50, HBV07\_2\_50, HBV14\_1\_50 en HBV14\_2\_50. Deze worden bepaald als 50% van de door HBV berekende afvoer van deelstroomgebied HBV07 of HBV14. Als laatste wordt de afvoer berekend voor het deelstroomgebied Mehaigne bij HBV14\_1\_50 opgeteld.

Invoer:

- Voor de HBV stroomgebieden waar er een afvoermeetreeks beschikbaar is een uurreeks met de gecorrigeerde HBV afvoeren;
- Voor de HBV stroomgebieden waar er geen afvoermeetreeks beschikbaar is de door HBV berekende afvoeren;
- Waar beschikbaar de standaardprofielen voor de koude start;
- Waar beschikbaar uur reeksen met de gemeten afvoer.

Uitvoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden uurreeksen met samengevoegde debieten.

## **SBK\_Maas\_Interpolate\_Update**

Deze taak van de interpolatie module zorgt ervoor dat er geen ontbrekende waarden zijn in de reeksen die aan SOBEK doorgegeven zullen worden. De interpolatie wordt uitgevoerd in een aantal stappen; eerst wordt een lineaire interpolatie uitgevoerd om in het standaardprofiel van de beginwaarde naar de “echte” afvoer geleidelijk over te gaan. Vervolgens worden nog resterende gaten lineair geïnterpoleerd dan wel geëxtrapoleerd. Indien er helemaal geen gegevens beschikbaar zijn, wordt een default waarde ingevuld die voor elke locatie overeenkomt met het minimum debiet.

Invoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden uurreeksen met samengevoegde debieten.

Uitvoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden uurreeksen met samengevoegde debieten, zónder ontbrekende waarde.

## **SBK\_Maas\_Update**

Deze taak van de *General Adapter* zorgt ervoor dat het SOBEK-model gedraaid wordt met een historische reeks als invoer. Als eerste wordt de meest geschikte initiële conditie gezocht. Voor het SOBEK-model zoekt het systeem een te gebruiken toestand die tussen de 1 en 10 dagen oud is. De invoerreeksen voor het SOBEK-model worden geëxporteerd naar een bestand in XML-formaat.

Bij het gebruik van een koude start, zorgt de General Adapter dat de geëxporteerde tijdseries geleidelijk van een vooraf gedefinieerde waarde (zoals ook opgenomen in de default initiële conditie) naar de “echte waarde” groeien. Dit zogenaamde opstartprofiel is om een stabiele start van het SOBEK model te waarborgen.

Vervolgens wordt de SOBEK-preprocessor aangeroepen, die het uitgevoerde XML -bestand leest en in de SOBEK Database (NEFIS) schrijft op de juiste locatie. De locatienamen in het geëxporteerde XML bestand komen overeen met de in het SOBEK model gehanteerde naamgeving voor de bovenstroomse- en laterale randvoorwaarden. Een parameter “Q” geeft aan dat een rand een debietrand is, een “L” geeft aan dat het een lateraal debiet betreft en een “S” geeft aan dat het een Sample is voor in het Kalman filter (niet van toepassing voor de Maas). Daarna wordt het SOBEK model zelf gedraaid en vervolgens de SOBEK-postprocessor die de resultaten van het SOBEK-model weer omzet naar XML-formaat, waarna ze vervolgens geïmporteerd wordt in de FEWS database.

Invoer:

- Een geïnterpoleerde volledige historische afvoerreeks voor de boven- en laterale randvoorwaarden van het SOBEK model.

Uitvoer:

- Voor elk SOBEK uitvoerlocatie de door SOBEK berekende debieten en waterstanden.

### 3.5 Maas\_Forecast\_<bron>

Deze workflows zijn opgezet om voor elke databron een aparte voorspelling te kunnen maken. Elke workflow gebruikt de data van de bron voor een voorspelling als invoer en voert alle benodigde taken uit om tot een voorspelling te kunnen komen. Hieronder vallen de taken als het voorbereiden van de voorspelde data, het interpoleren, het disaggregeren, het draaien van de modellen en het produceren van rapporten.

Er zijn vijf onafhankelijke workflows gedefinieerd:

- Maas\_Forecast\_HIRLAM;
- Maas\_Forecast\_DWD-GME;
- Maas\_Forecast\_DWD-LM;
- Maas\_Forecast\_ECMWF-DET;
- Maas\_Forecast\_ECMWF-EPS.

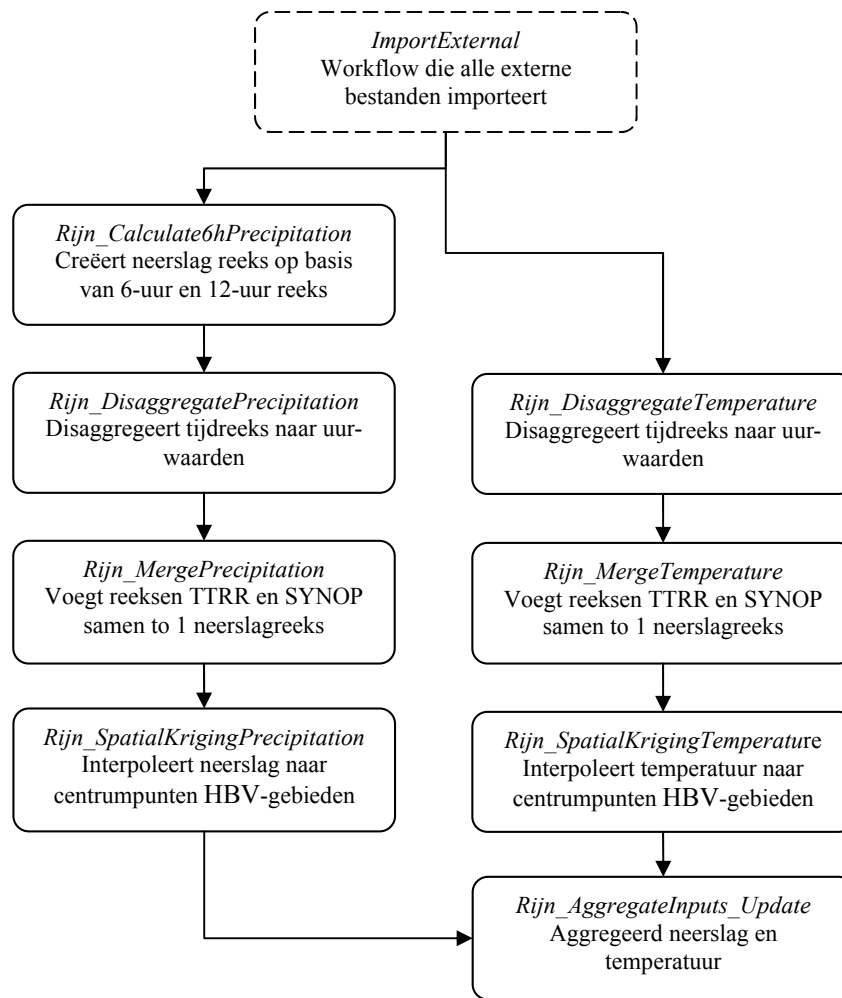
Deze workflows worden uitgebreider beschreven in het volgende hoofdstuk.

### 3.6 Maas\_Forecast

Deze workflow is opgezet om alle eerder genoemde voorspellingen met behulp van de invoer van verschillende bronnen sequentieel uit te voeren en daarbij voert het alle benodigde taken uit om tot deze volledige voorspelling te kunnen komen.

### 3.7 Rijn\_Interpolate

Deze workflow omvat alle bewerkingen die op de invoer data moeten worden gedaan om de workflows van *Update-run* en *Forecast-runs* te kunnen draaien. Dit omvat onder andere het opvullen, aftrekken, disaggregeren, interpoleren, transformeren en samenvoegen van reeksen. Deze workflow dient na het importeren van data uitgevoerd te worden, voordat men een *Update* of *Forecast* workflow gaat draaien. De uit te voeren taken worden in deze paragraaf verder toegelicht.



Figuur 3-3 Schematische weergave van de uit te voeren taken voor de workflow *Rijn\_Interpolate*.

### **Rijn\_Calculate6hPrecipitation**

Voor de Synop stations zijn gegevens beschikbaar op twee verschillende tijdschalen, namelijk cumulatieve neerslag voor een 6 uurs periode en voor een 12 uurs periode. De 6 uurs metingen zijn beschikbaar om 01.00 en 13.00; uur en de 12 uurs metingen worden gedaan om 7.00 uur en 19.00 uur en overlappen dus een deel van de 6 uurs periode.

De twee geïmporteerde SYNOP tijdreeksen van 6 uur en 12 uur worden samengevoegd door eerst van de 12 uur reeks de waarden van de (6 uur verschoven) 6 uur reeks af te halen, zodat bekend is hoeveel neerslag er is gevallen in de 6 uurs perioden tussen 7.00 uur en 13.00 en tussen 19.00 uur en 1.00 uur en vervolgens de twee 6 uur reeksen aan elkaar te plakken.

Invoer:

- Een historische cumulatieve 6 uur neerslagreeks voor alle SYNOP-meetstations gemeten om 01.00 uur en 13.00;
- Een historische cumulatieve 12 uur neerslagreeks voor alle SYNOP-meetstations gemeten om 07.00 uur en 19.00.

Uitvoer:

- Een historische cumulatieve 6-uur neerslagreeks voor alle SYNOP-meetstations.

### **Rijn\_DisaggregatePrecipitation**

Deze taak van de transformatie module zorgt ervoor dat de resulterende volledige 6 uur reeks van de SYNOP stations wordt gedisaggregeerd naar een 1-uur reeks. Omdat de 6 uur reeks nog cumulatieve waarden bevat wordt gebruik gemaakt van een disaggregatie methode waarbij cumulatieve waarden omgezet worden naar instantane waarden.

Invoer:

- Een historische cumulatieve 6 uur neerslagreeks voor alle SYNOP-meetstations.

Uitvoer:

- Een historische instantane 1 uur neerslagreeks voor alle SYNOP-meetstations.

### **Rijn\_MergePrecipitation**

Deze taak van de transformatie module voegt de gedisaggregeerde uurreeks afkomstig van de SYNOP locaties met de uurreeks van de TTRR locaties (waar beide beschikbaar zijn). Hierbij krijgt de data van TTRR voorrang indien aanwezig

Invoer:

- Een historische 1 uur neerslagreeks voor alle SYNOP-meetstations waar TTRR data beschikbaar is
- Een historische 1 uur neerslagreeks voor alle TTRR-meetstations

Uitvoer:

- Een samengevoegde historische 1 uur neerslagreeks voor alle TTRR-meetstations, waarbij eventueel ontbrekende TTRR data is aangevuld met SYNOP data.

### **Rijn\_SpatialFillingPrecipitation**

Alle missing values in de 1 uur neerslagreeksen wordt met behulp van de interpolatie module via Kriging in één slag opgevuld.

Invoer:

- Een historische instantane 1 uur neerslagreeks voor alle SYNOP+TTRR-meetstations;



Uitvoer:

- Een ruimtelijk geïnterpoleerde instantane 1 uur neerslagreeks voor SYNOP+TTRR-meetstations.

### **Rijn\_SpatialKrigingPrecipitation**

De 1-uur neerslagreeks wordt met behulp van de interpolatie module via Kriging in één slag geïnterpoleerd naar de middelpunten van de HBV-stroomgebieden.

Invoer:

- Een historische instantane 1 uur neerslagreeks voor alle SYNOP-meetstations;

Uitvoer:

- Een ruimtelijk geïnterpoleerde 1 uur neerslagreeks voor alle centropunten van HBV-stroomgebieden.

### **Rijn\_DisaggregateTemperature**

Deze taak van de transformatie module zorgt ervoor dat de temperatuurwaarnemingen afkomstig uit de SYNOP data in stappen van 6 uur worden gedisaggregeerd naar een 1 uurs reeks.

Invoer:

- Een 6 uurs reeks met gemeten temperatuur voor alle SYNOP-meetstations

Uitvoer:

- Een gedisaggregeerde 1 uurs temperatuurreeks voor alle SYNOP –meetstations.

### **Rijn\_MergeTemperature**

Deze taak van de transformatie module voegt de gedisaggregeerde uurreeks afkomstig van de SYNOP locaties met de uurreeks van de TTRR locaties (waar beide beschikbaar zijn). Hierbij krijgt de data van TTRR voorrang indien aanwezig

Invoer:

- Een historische 1 uur temperatuurreeks voor alle SYNOP–meetstations waar TTRR data beschikbaar is
- Een historische 1 uur temperatuurreeks voor alle TTRR–meetstations

Uitvoer:

- Een samengevoegde historische 1 uur reeks voor alle TTRR –meetstations, waarbij eventueel ontbrekende TTRR data is aangevuld met SYNOP data.

## **Rijn\_SpatialFillingTemperature**

Alle missing values in de 1 uur temperatuurreksen wordt met behulp van de interpolatie module via Kriging in één slag opgevuld.

Invoer:

- Een historische instantane 1 uur temperatuurreeks voor alle SYNOP+TTRR-metstations;

Uitvoer:

- Een ruimtelijk geïnterpoleerde instantane 1 uur temperatuurreeks voor SYNOP+TTRR-metstations.

## **Rijn\_SpatialKrigingTemperature**

De getransformeerde KNMI 1 uur reeks wordt met behulp van de interpolatie module via Kriging geïnterpoleerd naar de middelpunten van de HBV-stroomgebieden.

Invoer:

- Een volledige 1 uurs temperatuurreeks voor alle SYNOP-metstations.

Uitvoer:

- Een ruimtelijk geïnterpoleerde 1 uurs temperatuurreeks voor alle centrapunten van HBV-stroomgebieden.

## **HBV\_Rijn\_AggregateInputs\_Update**

Deze module aggregeert de neerslag en temperatuur die is geïnterpoleerd naar de middelpunten van de HBV-stroomgebieden naar grotere stroomgebieden (bijvoorbeeld gehele Rijn bovenstrooms van Andernach). Deze geaggregeerde series kunnen door de gebruiker worden bekeken. De geaggregeerde series worden alleen voor dit doel aangemaakt, en worden niet in de HBV berekening gebruikt. De lijst met aggregatielocaties is opgenomen in bijlage A.

Invoer:

- Ruimtelijk geïnterpoleerde 1 uurs temperatuurreeks en neerslagreeks voor alle centrapunten van HBV-stroomgebieden.

Uitvoer:

- Ruimtelijk geïnterpoleerde 1 uurs temperatuurreeks en neerslagreeks, geaggregeerd naar grotere stroomgebieden.

## 3.8 Rijn\_Update

In deze workflow worden de modeltoestanden van het HBV-model en het SOBEK-model geactualiseerd op basis van historische gegevens. Hierbij kan men een onderscheid maken in een ‘koude’ start en een ‘warme’ start. Een koude start maakt gebruik van een *default* toestand, terwijl voor een ‘warme’ start de meest geschikte toestand gezocht wordt. Voor zowel het HBV-model en het SOBEK model zoekt het systeem een te gebruiken toestand die tussen de 1 en 8 dagen oud is.

Deze workflow roept als eerste stap de workflow Rijn\_Interpolate aan, waarin de geïmporteerde gegevens voorbereid worden. De tijdens de update workflow geproduceerde toestand wordt door de verschillende *Forecast* workflows gebruikt. De specifiek door deze workflow uitgevoerde taken worden in deze paragraaf verder uitgewerkt.

### HBV\_Rijn\_Interpolate\_Update

Wanneer er helemaal geen neerslaggegevens zijn voor alle meetstations zorgt deze taak van de interpolatie module ervoor dat de neerslagreeks aangevuld wordt met de default-waarden, waarvoor de waarde 0 gebruikt wordt. Wanneer er helemaal geen temperatuurgegevens zijn voor alle meetstations zorgt deze taak van de interpolatiemodule ervoor dat de reeks aangevuld wordt met de default-waarden, waarvoor de waarde 8 gebruikt wordt.

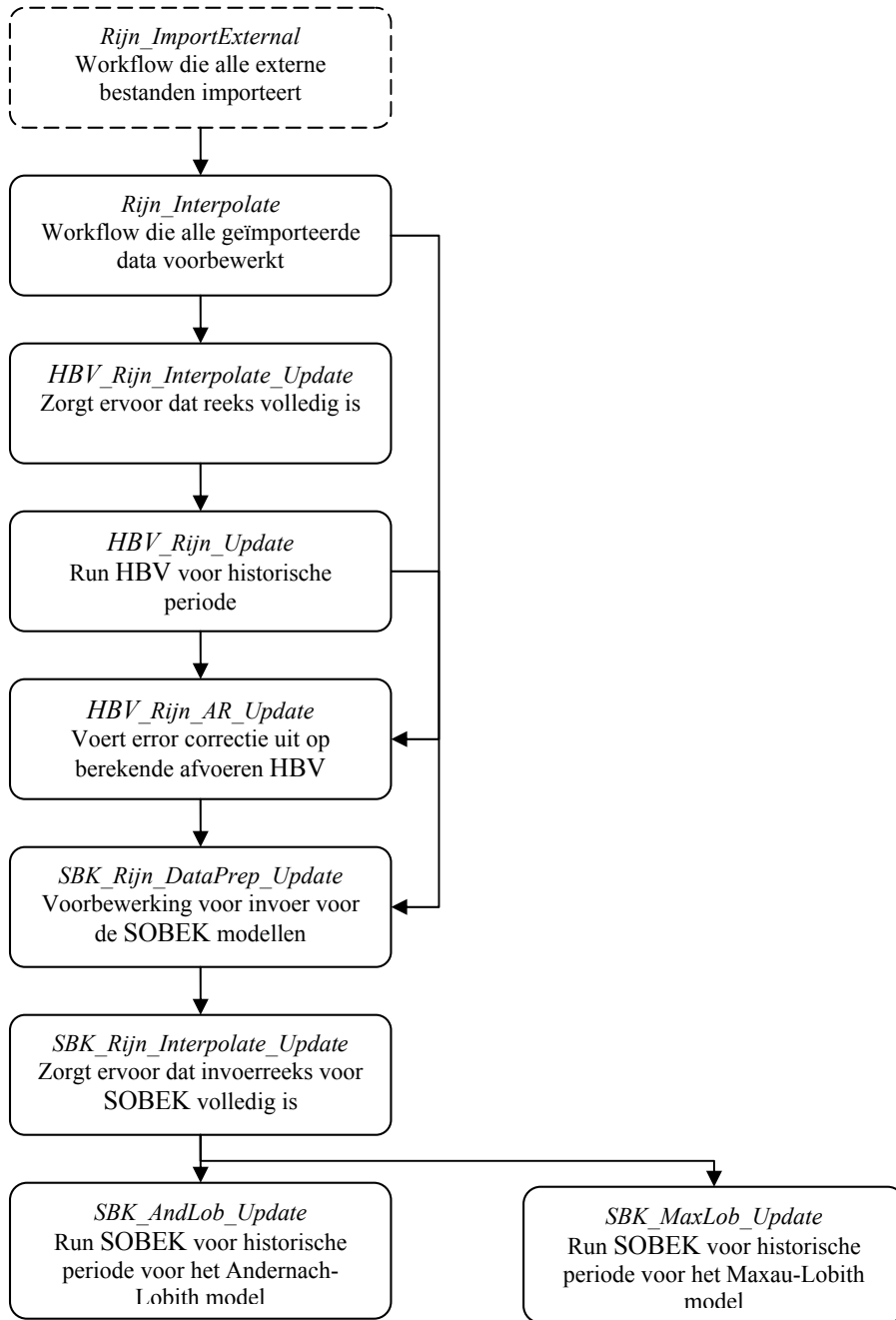
Hiermee kan er altijd een volledige temperatuur en neerslag reeks aan het HBV-model toegeleverd worden.

Invoer:

- Een ruimtelijk geïnterpoleerde 1 uur neerslagreeks voor alle centropunten van HBV-stroomgebieden;
- Een ruimtelijk geïnterpoleerde 1 uur temperatuurreeks voor alle centropunten van HBV-stroomgebieden.

Uitvoer:

- Een volledige 1 uur neerslagreeks zónder missende waarden voor alle centropunten van HBV-stroomgebieden;
- Een volledige 1 uur temperatuurreeks zónder missende waarden voor alle centropunten van HBV-stroomgebieden.



Figuur 3-4 Schematische weergave voor de uit te voeren taken voor de workflow *Rijn\_Update*

## HBV\_Rijn\_Update

Deze taak van de *General Adapter* zorgt ervoor dat het HBV-model gedraaid wordt met een historische reeks als invoer. Als eerste wordt de meest geschikte initiële conditie gezocht. Voor het HBV-model zoekt het systeem een te gebruiken toestand die tussen de 1 en 8 dagen oud is. De invoerreeksen voor het HBV-model worden geëxporteerd naar een bestand in XML-formaat. De temperatuur en neerslag reeksen worden om en om in het uitvoerbestand gezet, waarbij een volgorde van de HBV-stroomgebieden wordt gehanteerd, zoals is geconfigureerd in het bestand 'FEWSPTQ.key'.

Vervolgens wordt de HBV-preprocessor aangeroepen, die het uitgevoerde XML-bestand omzet naar een voor HBV leesbaar formaat. Daarna wordt het model zelf gedraaid en vervolgens de HBV-postprocessor die de resultaten van het HBV-model weer omzet naar XML-formaat, waarna het vervolgens geïmporteerd wordt in de FEWS database. Bij het omzetten van de HBV resultaten in en XML-formaat wordt gebruik gemaakt van het bestand 'FEWSRES.key', waarin de koppeling van HBV-uitvoer met FEWS locaties wordt gelegd. Als laatste worden de HBV resultaten weer vanuit dit XML bestand ingelezen in FEWS. De modeltoestand voor elk deelstroomgebied wordt eveneens na de run door het FEWS ingelezen en in de database opgeslagen.

Invoer:

- Een geïnterpoleerde volledige historische neerslagreeks per uur voor elk HBV-stroomgebied;
- Een geïnterpoleerde volledige historische temperatuurreeks per uur voor elk HBV-stroomgebied.

Uitvoer:

- Voor elk HBV deelstroomgebied een uurreeks met de berekende afvoeren op de uitstroompunten van de HBV-stroomgebieden.

## HBV\_Rijn\_ARInterpolate\_Update

Deze taak interpoleert en extrapoleert de gemeten data om er voor te zorgen dat de ErrorModule goed kan werken. De gaten in de data mogen niet groter zijn dan 4 uur. Indien dit wel het geval is wordt er niet geïnterpoleerd.

## HBV\_Rijn\_AR\_Update

Met deze taak van de ErrorModule wordt de uitvoer van het HBV model zoals net berekend vergeleken met de beschikbare metingen. Een statistisch AR model wordt opgesteld van deze verschillen en de HBV uitkomsten worden aangepast met de door het AR model voorspelde verschillen. Aangezien in deze stap volledig met historische gegevens wordt gewerkt zal de gecorrigeerde HBV voorspelling overeenkomen met de waargenomen afvoeren. Indien er echter ontbrekende waarden zijn in de waargenomen reeksen, dan zullen deze door de AR module eveneens worden opgevuld.

Invoer:

- Voor de HBV stroomgebieden, waar er een afvoermeetreeks beschikbaar is, een uurreeks met de door HBV berekende afvoeren;
- Voor de overeenkomende meetlocaties de uur reeks van gemeten afvoeren.

Uitvoer:

- Voor de HBV stroomgebieden waar er een afvoermeetreeks beschikbaar is een uurreeks met de gecorrigeerde HBV afvoeren.

### **LAT\_Rijn\_Update**

Deze taak van de transformatie module zorgt ervoor dat de belangrijkste lateralen instromingen in het Nederlandse gedeelte van het SOBEK Rijn model berekend worden.

### **LAT\_Rijn\_Interpolate\_Update**

Deze taak van de interpolatie module zorgt dat er geen missing values zitten in de tijdseries van de lateralen instromingen berekend met LAT\_Rijn\_Update.

### **OPP\_OPP\_Rijn\_Update**

Deze taak van de transformatie module berekend op basis van oppervlakte relaties de lateralen instromingen van de kleinere beken voor het Nederlandse gedeelte van het SOBEK model.

### **SBK\_Rijn\_DataPrep\_Update**

Deze taak van de transformatie module zorgt voor alle benodigde voorbewerkingen op de invoerdata voor de SOBEK modellen. Zowel de reeksen voor het Andernach-Lobith model als die voor het Maxau-Lobith model worden voorbereid.

3. De eerste stap is het kopiëren van de reeksen uit HBV en de AR module naar tijdelijk reeksen. Bij deze kopie actie wordt rekening gehouden met de verschillende schaalfactoren en ook eventuele tijdschuivingen. Deze bewerkingen gelden vooral voor die locaties waar het HBV uitvoerpunt niet direct samenvalt met de Rijn.
4. In een tweede stap worden de reeksen voor de diffuse laterale instroompunten aangemaakt. Deze worden gekopieerd uit de specifieke HBV deelstroomgebieden, en gedeeld door de lengte van de tak waarover deze het SOBEK model zullen instromen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een aantal “dummy” locaties. Deze zijn nodig daar waar één HBV uitvoer over twee SOBEK invoerlocaties wordt gedeeld. Voor de koppeling SOBEK – FEWS geldt dat het een één-op-één relatie moet zijn.
5. In de laatste stap worden alle reeksen gecontroleerd op een minimum debiet. Voor de meeste reeksen is dit minimum nul. Voor de randvoorwaarde gelden echter hogere debieten zodanig dat SOBEK niet instabiel wordt door een te lage afvoer.

Invoer:

- Voor de HBV stroomgebieden waar er een afvoermeeetreeks beschikbaar is een uurreeks met de gecorrigeerde HBV afvoeren;
- Voor de HBV stroomgebieden waar er geen afvoermeeetreeks beschikbaar is de door HBV berekende afvoeren;

Uitvoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden (rand en lateraal) uurreeksen met debieten.

### **Surge\_Calc\_Rijn\_Update**

Deze taak van de transformatie module berekend de windopzet op basis van gemeten en astronomisch getij.

### **Surge\_Rijn\_Interpolate\_Update**

Deze taak van de interpolatie module zorgt dat er geen missing values zitten in de berekende windopzet.

### **Tidal\_Calc\_Rijn\_Update**

Deze taak van de transformatie module berekend de waterstand bij Krimpen aan de Lek en Werkendam m.b.v. van de windopzet, het astronomisch getijden en de gemeten waterstanden uit de twee vorige taken.

### **SBK\_Rijn\_Interpolate\_Update**

Deze taak van de interpolatie module zorgt ervoor dat er geen ontbrekende waarden zijn in de reeksen die aan SOBEK doorgegeven zullen worden. De interpolatie wordt uitgevoerd in een aantal stappen; eerst worden gaten lineair geïnterpoleerd dan wel geëxtrapoleerd. Indien er helemaal geen gegevens beschikbaar zijn, wordt een default waarde ingevuld die voor elke locatie overeenkomt met het minimum debiet.

Invoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden uurreeksen met samengevoegde debieten.

Uitvoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden uurreeksen met debieten, zónder ontbrekende waarde.

### **SBK\_AndLob\_Update**

Deze taak van de *General Adapter* zorgt ervoor dat het SOBEK-model van Andernach tot Lobith gedraaid wordt met een historische reeks als invoer. Als eerste wordt de meest geschikte initiële conditie gezocht. Voor het SOBEK-model zoekt het systeem een te gebruiken toestand die tussen de 1 en 10 dagen oud is. De invoerreeksen voor het SOBEK-model worden geëxporteerd naar een bestand in XML-formaat.

Bij het gebruik van een koude start, zorgt de General Adapter dat de geëxporteerde tijdseries geleidelijk van een vooraf gedefinieerde waarde (zoals ook opgenomen in de default initiële conditie) naar de “echte waarde” groeien. Dit zgn. opstart profiel is om een stabiele start van het SOBEK model te waarborgen.

Vervolgens wordt de SOBEK-preprocessor aangeroepen, die het uitgevoerde XML-bestand leest en in de SOBEK Database (NEFIS) schrijft op de juiste locatie. De locatienamen in het geëxporteerde XML-bestand komen overeen met de in het SOBEK model gehanteerde naamgeving voor de bovenstroomse- en laterale randvoorwaarden. Een parameter “Q” geeft aan dat een rand een debietrand is, een “L” geeft aan dat het een lateraal debiet betreft en een “S” geeft aan dat het een Sample is voor in het Kalman filter (niet van toepassing voor de Rijn). Daarna wordt het SOBEK model zelf gedraaid en vervolgens de SOBEK-postprocessor die de resultaten van het SOBEK-model weer omzet naar XML-formaat, waarna ze vervolgens geïmporteerd wordt in de FEWS database.

Invoer:

- Een geïnterpoleerde volledige historische afvoerreeks voor de boven- en laterale randvoorwaarden van het SOBEK model.

Uitvoer:

- Voor elk SOBEK uitvoerlocatie de door SOBEK berekende debieten en waterstanden.

### **SBK\_MaxLob\_Update**

Deze taak van de *General Adapter* zorgt ervoor dat het SOBEK-model van Maxau tot Lobith gedraaid wordt met een historische reeks als invoer. Als eerste wordt de meest geschikte initiële conditie gezocht. Voor het SOBEK-model zoekt het systeem een te gebruiken toestand die tussen de 1 en 10 dagen oud is. De invoerreeksen voor het SOBEK-model worden geëxporteerd naar een bestand in XML-formaat.

Bij het gebruik van een koude start, zorgt de General Adapter dat de geëxporteerde tijdseries geleidelijk van een vooraf gedefinieerde waarde (zoals ook opgenomen in de default initiële conditie) naar de “echte waarde” groeien. Dit zgn. opstart profiel is om een stabiele start van het SOBEK model te waarborgen.

Vervolgens wordt de SOBEK-preprocessor aangeroepen, die het uitgevoerde XML -bestand leest en in de SOBEK Database (NEFIS) schrijft op de juiste locatie. De locatienamen in het geëxporteerde XML bestand komen overeen met de in het SOBEK model gehanteerde naamgeving voor de bovenstroomse- en laterale randvoorwaarden. Een parameter “Q” geeft aan dat een rand een debietrand is, een “L” geeft aan dat het een lateraal debiet betreft en een “S” geeft aan dat het een Sample is voor in het Kalman filter (niet van toepassing voor de Rijn). Daarna wordt het SOBEK model zelf gedraaid en vervolgens de SOBEK-postprocessor die de resultaten van het SOBEK-model weer omzet naar XML-formaat, waarna ze vervolgens geïmporteerd wordt in de FEWS database.

Invoer:

- Een geïnterpoleerde volledige historische afvoerreeks voor de boven- en laterale randvoorwaarden van het SOBEK model.



Uitvoer:

- Voor elk SOBEK uitvoerlocatie de door SOBEK berekende debieten en waterstanden.

### **3.9 Rijn\_Forecast\_ <bron>**

Deze workflows zijn opgezet om voor elke databron een aparte voorspelling te kunnen maken. Elke workflow gebruikt de data van de bron voor een voorspelling als invoer en voert alle benodigde taken uit om tot een voorspelling te kunnen komen. Hieronder vallen de taken als het voorbereiden van de voorspelde data, het interpoleren, het disaggregeren, het draaien van de modellen en het produceren van rapporten.

Er zijn vijf onafhankelijke workflows gedefinieerd:

- Rijn\_Forecast\_HIRLAM;
- Rijn\_Forecast\_DWD-GME;
- Rijn\_Forecast\_DWD-LM;
- Rijn\_Forecast\_ECMWF-DET;
- Rijn\_Forecast\_ECMWF-EPS.

Deze workflows worden uitgebreider beschreven in het volgende hoofdstuk.

### **3.10 Rijn\_Forecast**

Deze workflow is opgezet om alle eerder genoemde voorspellingen met behulp van de invoer van verschillende bronnen sequentieel uit te voeren en daarbij voert het alle benodigde taken uit om tot deze volledige voorspelling te kunnen komen.

### **3.11 Report\_Export**

Met deze workflow worden rapporten die bij elk van de voorspellingen worden aangemaakt vanuit de FEWS database geëxporteerd naar een locatie waar deze met een Web browser bekeken kunnen worden. Let wel dat de voorspellingen eerst als “Approved” moeten worden aangemerkt alvorens deze gepubliceerd zullen worden.



## 4 Voorspellingen

### 4.1 Inleiding

Voorspellingen worden gemaakt met behulp van een HBV-model en de beschikbare SOBEK-modellen. De normale lengte van een voorspelling vanaf het moment  $T_0$  (geselecteerde start tijd) is afhankelijk van de bron van de weersvoorspelling en van de rivier. Hierbij wordt een minimale lengte van de voorspelling gehanteerd. Voor de Maas is deze lengte 2 dagen voor voorspellingen die gebruikmaken van HIRLAM en 3 dagen voor voorspellingen die gebruik maken van DWD-LM. Voor de Rijn is de minimale lengte van de voorspelling 4 dagen. De lengte van de voorspellingen die gebruik maken van de ECMWF data is 10 dagen. Voor voorspellingen die gebruik maken van de DWD-GME data is de lengte  $7\frac{1}{4}$  dagen.

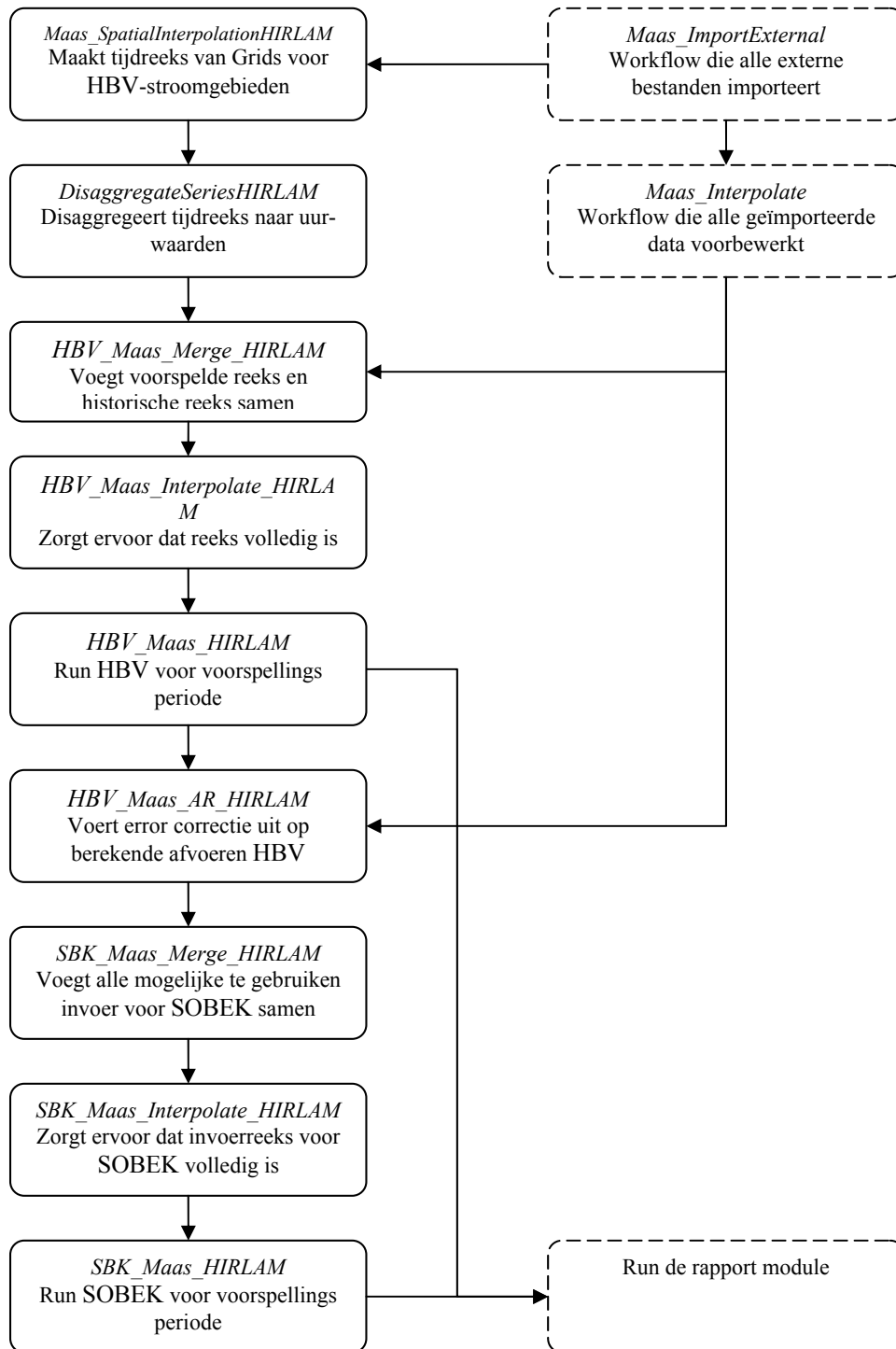
Een voorspelling maakt gebruik van de historische *run* die in principe loopt tot  $T_0$ , waarmee de toestand van de modellen geactualiseerd worden. Er zijn vijf data bronnen waarmee voorspellingen gemaakt worden. Voor elke databron wordt apart een voorspelling gemaakt, zodat er dus vijf workflows gedefinieerd zijn voor de Maas en vijf voor de Rijn. Tevens is er zowel voor de Maas als de Rijn een workflow gedefinieerd die alle andere workflows van voorspellingen sequentieel aanroept. In dit hoofdstuk worden deze workflows beschreven. Omdat alle workflows van voorspellingen grotendeels gelijk zijn, worden slechts de workflows voor de op HIRLAM gebaseerde voorspelling uitgebreid beschreven, waarna voor de andere workflows wordt aangegeven wat er anders is ten opzichte van de uitgebreid beschreven workflow.

### 4.2 Maas\_Forecast\_HIRLAM

Alle benodigde stappen om een voorspelling op basis van HIRLAM data te kunnen maken zijn geconfigureerd in één workflow `Maas_Forecast_HIRLAM`. Deze workflow voert een aantal taken in een bepaalde volgorde uit via verschillende modules. In de volgende paragrafen worden deze taken beschreven, waarbij elke paragraaf de naam heeft van de uit te voeren geconfigureerde taak voor een module. In Figuur 4.1 wordt het stroomschema van de te doorlopen taken weergegeven.

De volgende stappen worden specifiek voor het maken van een voorspelling doorlopen:

1. ruimtelijke interpolatie data voorspellingsmodel;
2. disaggregatie geïnterpoleerde reeks;
3. samenvoegen van voorspellingsreeks met geïnterpoleerde historische reeks;
4. opvullen van samengevoegde reeks met behulp van interpolatie;
5. *Forecast* met behulp van HBV-model;
6. Correctie berekende HBV afvoeren met AR model;
7. aanmaken standaard profiel voor SOBEK;
8. samenvoegen van invoer voor SOBEK;
9. interpoleren van invoer voor SOBEK;
10. *Forecast* met behulp van SOBEK-model.



Figuur 4-1 Schematische weergave voor de uit te voeren taken voor de workflow *Maas\_Forecast\_HIRLAM*

## **Maas\_SpatialInterpolationHIRLAM**

Deze taak van de *General Adapter* module zorgt ervoor dat er op basis van de voorspelde ruimtelijke verdeling van neerslag en temperatuur tijdreeksen aangemaakt worden voor de centrapunten van de HBV stroomgebieden.

Aangezien de HIRLAM voorspellingen een relatief hoge resolutie hebben wordt voor elke stroomgebied de neerslag bepaald als gemiddelde van de in het stroomgebied liggende grid cellen.

Invoer:

- Grid met voorspelde neerslag en temperatuur voor elk uur van het begin van de door KNMI aangemaakt voorspelling met een lengte van 48 uur.

Uitvoer:

- Voor elk HBV-stroomgebied per uur de voorspelde neerslag en temperatuur, gemiddeld naar de HBV centrapunten.

## **Maas\_AggregateForecast\_HIRLAM**

Deze module aggregeert de neerslag en temperatuur uit HIRLAM die is geïnterpoleerd naar de middelpunten van de HBV-stroomgebieden naar grotere stroomgebieden (bijvoorbeeld het Maasstroomgebied bovenstreams van Chooz). Deze geaggregeerde series kunnen door de gebruiker worden bekeken. De geaggregeerde series worden alleen voor dit doel aangemaakt, en worden niet in de HBV berekening gebruikt. De lijst met aggregatie locaties is opgenomen in bijlage A. De geïnterpoleerde tijdseries heeft dezelfde tijdstap als HIRLAM (1 uur). Ook voor de andere voorspelgrids geldt dat de oorspronkelijke tijdstap wordt gehanteerd.

Invoer:

- Ruimtelijk geïnterpoleerde n-uurs temperatuurreeks en neerslagreeks uit HIRLAM voor alle centrapunten van HBV-stroomgebieden.

Uitvoer:

- Ruimtelijk geïnterpoleerde n-uurs temperatuurreeks en neerslagreeks uit HIRLAM, geaggregeerd naar grotere stroomgebieden.

## **Maas\_DisaggregateSeriesHIRLAM**

Deze stap is voor de voorspelling met de HIRLAM data niet nodig (de data wordt al in tijdstappen van 1 uur geleverd), maar voor data van andere bronnen wel. Deze taak is dan ook niet geconfigureerd.

## **HBV\_Maas\_Merge\_HIRLAM**

Deze taak van de transformatie module zorgt ervoor dat de ruimtelijk geïnterpoleerde historische reeks en de (gedisaggregeerde) voorspellingsreeks samengevoegd worden. Dit wordt voor alle 15 HBV-stroomgebieden voor zowel de parameter neerslag als temperatuur apart uitgevoerd. Bij het samenvoegen wordt bij het in de tijd overlappen van reeksen voorrang gegeven aan de historische reeks. De historische reeks loopt van 8 dagen voor  $T_0$  tot  $T_0$  en de voorspellingsreeks loopt vanaf het begin van de HIRLAM voorspelling (X uur voor  $T_0$ ) tot 48 uur na start van de HIRLAM voorspelling.

Invoer:

- Voor elk HBV-stroomgebied per uur de voorspelde neerslag en temperatuur gekoppeld aan de centrumpunten;
- Voor elk HBV-stroomgebied per uur de historische neerslag en temperatuur gekoppeld aan de centrumpunten.

Uitvoer:

- Een gecombineerde reeks bestaande uit deels historische waarden en deels voorspelde waarden per uur voor elk HBV-stroomgebied.

## **HBV\_Maas\_AggregateInputs\_HIRLAM**

Deze module aggregeert de neerslag en temperatuur zoals die in HBV gebruik zal worden in de HIRLAM voorspelling op de middelpunten van de HBV-stroomgebieden naar grotere stroomgebieden (bijvoorbeeld gehele Maas bovenstrooms van Chooz). Deze geaggregeerde series kunnen door de gebruiker worden bekeken. De geaggregeerde series worden alleen voor dit doel aangemaakt, en worden niet in de HBV berekening gebruikt. De lijst met aggregatie locaties is opgenomen in bijlage A. De geïnterpoleerde tijdseries heeft dezelfde tijdstap als HIRLAM (1 uur). Ook voor de andere voorspelgrids geldt dat de oorspronkelijke tijdstap wordt gehanteerd (deze module is niet opgenomen in het stroomschema voor de HIRLAM voorspelling).

Invoer:

- Ruimtelijk geïnterpoleerde 1 uurs temperatuurreeks en neerslagreeks zoals die voor in HBV wordt gebruikt op alle centrumpunten van HBV-stroomgebieden.

Uitvoer:

- Ruimtelijk geïnterpoleerde n-uurs temperatuurreeks en neerslagreeks, geaggregeerd naar grotere stroomgebieden.

## **HBV\_Maas\_Interpolate\_HIRLAM**

Met behulp van de interpolatie module zorgt deze taak ervoor dat de eventueel aanwezige gaten in de gecombineerde reeks van historische en voorspelde data, opgevuld worden.

Hierbij wordt gebruik gemaakt van een lineaire interpolatie of extrapolatie methode voor de temperatuurreeks en een interpolatie met *default* waarden gelijk aan 0 voor de neerslagreeks. Voor de temperatuurreeks worden gaten in de reeks die langer zijn dan 24 tijdstappen opgevuld met *default* waarden gelijk aan 8.

Invoer:

- Een gecombineerde reeks bestaande uit deels historische waarden en deels voorspelde waarden per uur voor elk HBV-stroomgebied.

Uitvoer:

- Een geïnterpoleerde volledige reeks bestaande uit deels historische waarden en deels voorspelde waarden per uur voor elk HBV-stroomgebied.

### **HBV\_Maas\_HIRLAM**

Deze taak van de *General Adapter* zorgt ervoor dat het HBV-model gedraaid wordt met de gecombineerde historische en voorspelde reeks als invoer. Als eerste wordt de meest geschikte initiële conditie gezocht. Voor het HBV-model zoekt het systeem een te gebruiken toestand die tussen de 0 en 8 dagen oud is. Indien de workflow *Maas\_Update* is gedraaid en als “Approved” is geaccepteerd, dan zal de toestand die in die run bepaald is worden gebruikt.

De invoerreeksen voor het HBV-model worden geëxporteerd naar een bestand in XML-formaat. De temperatuur en neerslag reeksen worden om en om in het uitvoerbestand gezet, waarbij een volgorde van de HBV-stroomgebieden wordt gehanteerd, zoals is geconfigureerd in het bestand ‘FEWSPTQ.key’.

Vervolgens wordt de HBV-preprocessor aangeroepen, die het uitgevoerde XML-bestand omzet naar een voor HBV leesbaar formaat en die de een aantal andere invoerbestanden aanpast. Daarna wordt het model zelf gedraaid en vervolgens de HBV-postprocessor die de resultaten van het HBV-model weer omzet naar XML-formaat, waarna het geïmporteerd wordt in de FEWS database. Bij het omzetten van de resultaten in en XML-formaat wordt gebruik gemaakt van het bestand ‘FEWRES.key’, waarin de koppeling van HBV-uitvoer met FEWS locaties wordt gelegd.

Invoer:

- Een geïnterpoleerde volledige reeks bestaande uit deels historische waarden en deels voorspelde waarden per uur voor elk HBV-stroomgebied.

Uitvoer:

- Reeksen met voorspelde afvoeren voor de uitstroompunten van de HBV-stroomgebieden.

### **HBV\_Maas\_ARInterpolate\_HIRLAM**

Met behulp van de interpolatie module zorgt deze taak ervoor dat kleine gaten in de meetreeks worden opgevuld alvorens de errorcorrectie toe te passen.

### **HBV\_Maas\_AR\_HIRLAM**

Met deze taak van de ErrorModule wordt de uitvoer van het HBV model zoals net berekend over de update periode vergeleken met de beschikbare metingen. Een statistisch AR model wordt opgesteld van deze verschillen en de HBV uitkomsten over de voorspelperiode worden aangepast met de door het AR model voorspelde verschillen.

Invoer:

- Voor de HBV stroomgebieden waar er een afvoer meetreeks beschikbaar is een uurreeks met de door HBV berekende afvoeren over de update en voorspel periodes;
- Voor de overeenkomende meetlocaties de uurreeks van gemeten afvoeren.

Uitvoer:

- Voor de HBV stroomgebieden waar er een afvoer meetreeks beschikbaar is een uurreeks met de gecorrigeerde HBV afvoeren over de update en voorspel periodes.

### **LAT\_Maas\_HIRLAM**

Deze transformatie module taak berekent de zijdelingse instroom van de grote zijrivieren voor het Nederlandse gedeelte van het SOBEK Maas model.

### **LAT\_Maas\_Interpolate\_HIRLAM**

Deze interpolatie module taak zorgt ervoor dat er geen missing values voor komen in de series berekend met LAT\_Maas\_HIRLAM

### **OPP\_OPP\_Maas\_HIRLAM**

Deze transformatie module taak berekent op basis van oppervlakte-oppervlakte relaties de instromingen van kleine beken.

### **Surge\_Calc\_Maas\_HIRLAM**

Deze transformatie module berekend de windopzet bij Keizersveer.

### **Surge\_Maas\_Interpolate\_HIRLAM**

Deze interpolatie taak zorgt ervoor dat er geen missing values in de berekende windopzet zit.

### **Tidal\_Calc\_Maas\_HIRLAM**

Deze taak van de transformatie module berekent het getij voor de voorspelperiode.



## **SBK\_Maas\_Merge\_HIRLAM**

Deze taak van de transformatie module zorgt ervoor dat alle mogelijk in de run te gebruiken invoerdata tot één reeks worden samengevoegd, alvorens deze in SOBEK worden gebruikt. Voor elke locatie waar een afvoerreeks voor SOBEK wordt aangemaakt, worden de volgende bron reeksen in volgorde van aflopende prioriteit beschouwd:

1. De gecorrigeerde door HBV berekende afvoeren (voor zowel de update als de voorspel periode), indien voor die locatie beschikbaar. Indien voor die locatie de HBV afvoer niet gecorrigeerd wordt, wordt de door HBV berekende afvoer beschouwd;
2. De voor de locatie gemeten afvoerreeks (indien beschikbaar).

Alle tijdseries worden over een tijdbestek van -8 dagen tot het eind van de voorspelling genomen (+4 dagen t.o.v.  $T_0$  beschouwt). Het meenemen van de standaardprofielen in deze hiërarchie zorgt ervoor dat deze standaardreeks aan het begin van de tijdserie altijd beschikbaar is indien een koude start gemaakt moet worden.

Nadat de reeksen zijn samengevoegd, wordt gecontroleerd of er geen waarden zijn kleiner dan de voor elke locatie gedefinieerde minimumafvoer. Indien dit het wel het geval is dan worden die waarden vervangen door de minimum afvoer. Dit minimum is niet het minimum zoals gebruikt in de validatieregels. Deze wordt gebruikt om de stabiliteit van het SOBEK model te waarborgen.

De laatste stap in deze module is het berekenen van de afvoer van afvoer voor de SOBEK randvoorwaarden HBV07\_1\_50, HBV07\_2\_50, HBV14\_1\_50 en HBV14\_2\_50. Deze worden bepaald als 50% van de door HBV berekende afvoer van deelstroomgebied HBV07 of HBV14. Als laatste wordt de afvoer berekend voor het deelstroomgebied Mehaigne bij HBV14\_1\_50 opgeteld.

Invoer:

- Voor de HBV stroomgebieden waar er een afvoer meetreeks beschikbaar is een uurreeks met de gecorrigeerde HBV afvoeren;
- Voor de HBV stroomgebieden waar er geen afvoer meetreeks beschikbaar is de door HBV berekende afvoeren;
- Waar beschikbaar de standaardprofielen voor de koude start;
- Waar beschikbaar uur reeksen met de gemeten afvoer.

Uitvoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden uurreeksen met samengevoegde debieten.

## **SBK\_Maas\_Interpolate\_HIRLAM**

Deze taak van de interpolatie module zorgt ervoor dat er geen ontbrekende waarden zijn in de reeksen die aan SOBEK doorgegeven zullen worden. De interpolatie wordt uitgevoerd in een aantal stappen; eerst wordt een lineaire interpolatie uitgevoerd om in het standaardprofiel van de beginwaarde naar de “echte”afvoer geleidelijk over te gaan. Vervolgens worden nog resterende gaten lineair geïnterpoleerd dan wel geëxtrapoleerd.

Indien er helemaal geen gegevens beschikbaar zijn, wordt een default waarde ingevuld die voor elke locatie overeenkomt met het minimum debiet.

Invoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden uurreksen met samengevoegde debieten.

Uitvoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden uurreksen met samengevoegde debieten, zonder ontbrekende waarde.

### **SBK\_Maas\_HIRLAM**

Deze taak van de *General Adapter* zorgt ervoor dat het SOBEK-model gedraaid wordt met de gecombineerde historische en voorspelde afvoerreeks als invoer. Als eerste wordt de meest geschikte initiële conditie gezocht. Voor het SOBEK-model zoekt het systeem een te gebruiken toestand die tussen 0 en 10 dagen oud is.

Normaliter zal dit de toestand van de voor de voorspelling gemaakte update run zijn. De invoerreeksen voor het SOBEK-model worden geëxporteerd naar een bestand in XML-formaat.

Vervolgens wordt de SOBEK-preprocessor aangeroepen, die het uitgevoerde XML -bestand leest en in de SOBEK Database (NEFIS) schrijft op de juiste locatie. De locatienamen in het geëxporteerde XML bestand komen overeen met de in het SOBEK model gehanteerde naamgeving voor de bovenstroomse- en laterale randvoorwaarden. Een parameter "Q" geeft aan dat een rand een debietrand is, een "L" geeft aan dat het een lateraal debiet betreft en een "S" geeft aan dat het een Sample is voor in het Kalman filter (niet van toepassing voor de Maas). Daarna wordt het SOBEK model zelf gedraaid en vervolgens de SOBEK-postprocessor die de resultaten van het SOBEK-model weer omzet naar XML-formaat, waarna ze vervolgens geïmporteerd wordt in de FEWS database.

Invoer:

- Een geïnterpoleerde volledige historische en voorspelde afvoerreeks voor de boven- en laterale randvoorwaarden van het SOBEK model.

Uitvoer:

- Voor elk SOBEK uitvoerlocatie de door SOBEK berekende debieten en waterstanden.

### **Maas\_Thresholds\_HIRLAM**

Deze activiteit van de ThresholdEvent module controleert of er geconfigureerde grenzen worden overschreden met de HIRLAM voorspelling (voor Borgharen).

### **Maas\_Report\_Subcatchment\_HIRLAM**

De taak van de Report module produceert een (HBV) Subcatchment report voor de HIRLAM voorspelling

### **Maas\_Report\_StatusForecastLocation\_HIRLAM**

Deze taak van de Report module produceert een SOBEK locatie status report voor de HIRLAM voorspelling

### **Maas\_Report\_ForecastLocation\_HIRLAM**

Deze taak van de Report module geeft een SOBEK locatie detail report voor de HIRLAM voorspelling.

### **Maas\_Report\_ThresholdCrossings\_HIRLAM**

De Report module rapporteert als er een grenswaarde wordt overschreden.

## **4.3 Maas\_Forecast\_DWD-GME**

In deze paragraaf worden alleen de veranderingen ten opzichte van de workflow Maas\_Forecast\_HIRLAM beschreven.

### **Maas\_SpatialInterpolation DWD-GME**

Deze taak van de interpolatiemodule module zorgt ervoor dat er op basis van de voorspelde ruimtelijke verdeling van neerslag en temperatuur tijdreeksen aangemaakt worden voor de centrapunten van de HBV stroomgebieden. Aangezien de DWD-GME voorspellingen een relatief lage resolutie hebben, wordt vanuit de naastliggende cellen met bi-lineaire interpolatie geïnterpoleerd.

Invoer:

- DWD-GME Grids met voorspelde neerslag en temperatuur voor 3 uur waarden.

Uitvoer:

- Voor elk HBV-stroomgebied per 3 uur de voorspelde neerslag en temperatuur gekoppeld aan de centrapunten.

### **Maas\_DisaggregateSeriesDWD-GME**

De data van DWD-GME moet gedisaggregeerd worden van 3 uren waarden naar 1 uren waarden. Omdat de 3 urreeks van neerslag nog cumulatieve waarden bevat wordt gebruik gemaakt van een disaggregatie methode waarbij cumulatieve waarden omgezet worden naar instantane waarden. De 3 urreeks van temperatuur wordt gedisaggregeerd door een constante waarde in te vullen voor de 3 urenperiode.

Invoer:

- Voor elk HBV-stroomgebied per 3 uur de voorspelde neerslag en temperatuur gekoppeld aan de centrumpunten.

Uitvoer:

- Voor elk HBV-stroomgebied per uur de voorspelde neerslag en temperatuur gekoppeld aan de centrumpunten.

#### 4.4 Maas\_Forecast\_DWD-LM

De workflow voor DWD-LM is identiek aan die van de HIRLAM voorspelling. De lengte van de DWD-LM voorspelling is echter 3 dagen.

#### 4.5 Maas\_Forecast\_ECMWF-DET

In deze paragraaf worden alleen de veranderingen ten opzichte van de workflow Maas\_Forecast\_HIRLAM beschreven. De stappen die afwijken, zijn dezelfde als voor de DWD-GME voorspelling.

#### 4.6 Maas\_Forecast\_ECMWF-EPS

In deze paragraaf worden alleen de veranderingen ten opzichte van de workflow Maas\_Forecast\_HIRLAM beschreven. De stappen die afwijken, zijn dezelfde als voor de DWD-GME voorspelling. Let wel dat in het geval van de Ensemble voorspelling elke bewerkingslag voor elk lid van het ensemble wordt uitgevoerd. Momenteel wordt de EPS voorspelling alleen gemaakt met het HBV model.

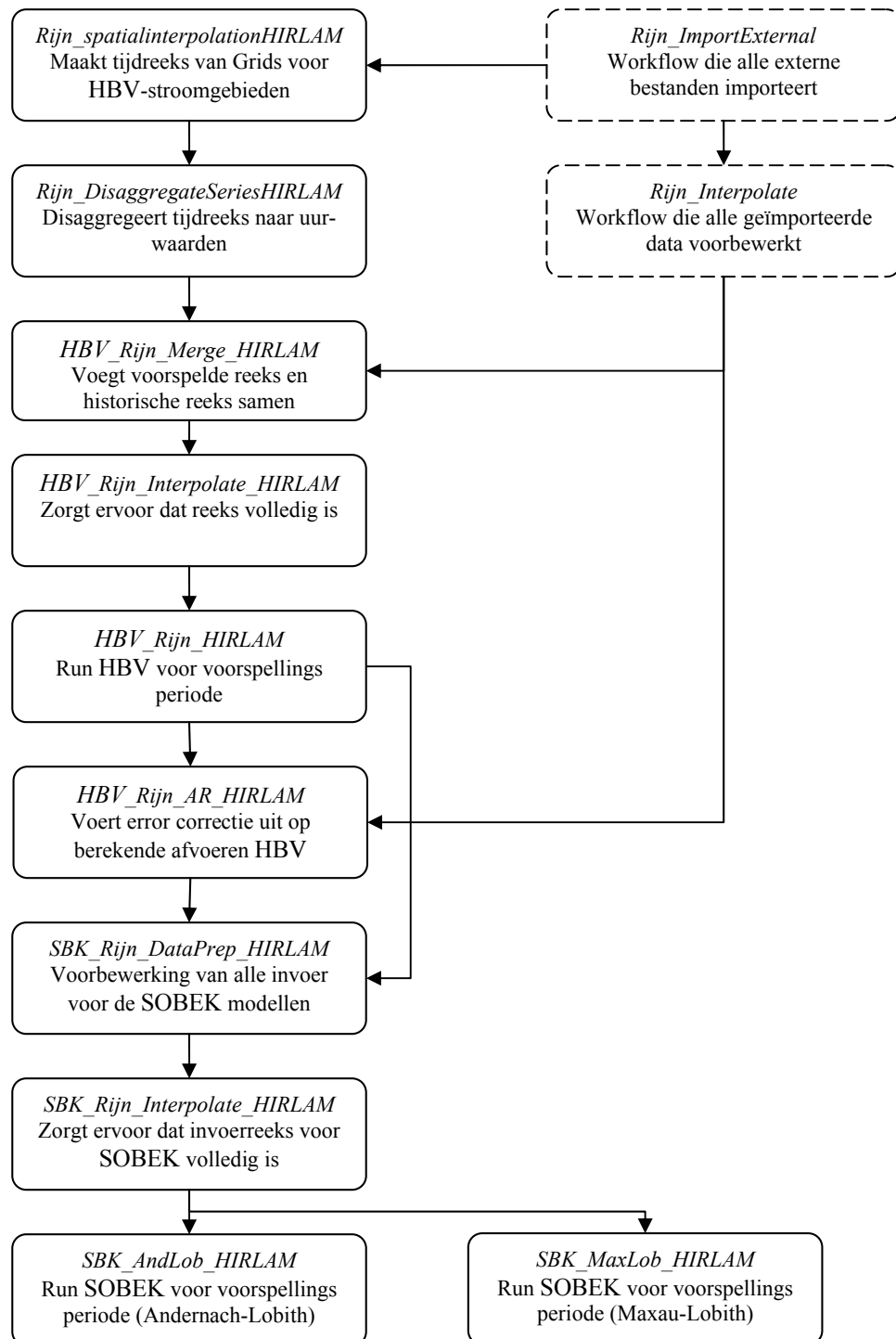
#### 4.7 Rijn\_Forecast\_HIRLAM

Alle benodigde stappen om een voorspelling op basis van HIRLAM data te kunnen maken zijn geconfigureerd in één workflow Rijn\_Forecast\_HIRLAM. Deze workflow voert een aantal taken in een bepaalde volgorde uit via verschillende modules. In de volgende paragrafen worden deze taken beschreven, waarbij elke paragraaf de naam heeft van de uit te voeren geconfigureerde taak voor een module. In Figuur 4.2 wordt het stroomschema van de te doorlopen taken weergegeven.

De volgende stappen worden specifiek voor het maken van een voorspelling doorlopen:

1. ruimtelijke interpolatie data voorspellingsmodel;
2. disaggregatie geïnterpoleerde reeks;
3. samenvoegen van voorspellingsreeks met geïnterpoleerde historische reeks;
4. opvullen van samengevoegde reeks met behulp van interpolatie;
5. *Forecast* met behulp van HBV-model;
6. Correctie berekende HBV afvoeren met AR model;
7. aanmaken standaard profiel voor SOBEK;
8. voorbereiding van invoer voor SOBEK;

9. interpoleren van invoer voor SOBEK;
10. *Forecast* met behulp van SOBEK-model voor Andernach-Lobith;
11. *Forecast* met behulp van SOBEK-model voor Maxau-Lobith.



Figuur 4-2 Schematische weergave voor de uit te voeren taken voor de workflow *Rijn\_Forecast\_HIRLAM*

## Rijn\_SpatialInterpolationHIRLAM

Deze taak van de *Interpolatie* module zorgt ervoor dat er op basis van de voorspelde ruimtelijke verdeling van neerslag en temperatuur tijdreeksen aangemaakt worden voor de centrumpunten van de HBV stroomgebieden.

Aangezien de HIRLAM voorspellingen een relatief hoge resolutie hebben wordt voor elke stroomgebied de neerslag bepaald als gemiddelde van de in het stroomgebied liggende grid cellen.

Invoer:

- Grid met voorspelde neerslag en temperatuur voor elk uur van het begin van de door KNMI aangemaakte voorspelling met een lengte van 48 uur.

Uitvoer:

- Voor elk HBV-stroomgebied per uur de voorspelde neerslag en temperatuur, gemiddeld naar de HBV centrumpunten.

## Rijn\_AggregateForecast\_HIRLAM

Deze module aggregeert de neerslag en temperatuur uit HIRLAM die is geïnterpoleerd naar de middelpunten van de HBV-stroomgebieden naar grotere stroomgebieden (bijvoorbeeld gehele Rijn bovenstrooms van Andernach). Deze geaggregeerde series kunnen door de gebruiker worden bekeken. De geaggregeerde series worden alleen voor dit doel aangemaakt, en worden niet in de HBV berekening gebruikt. De lijst met aggregatie locaties is opgenomen in bijlage A. De geïnterpoleerde tijdseries heeft dezelfde tijdstap als HIRLAM (1 uur). Ook voor de andere voorspelgrids geldt dat de oorspronkelijke tijdstap wordt gehanteerd.

Invoer:

- Ruimtelijk geïnterpoleerde n-uurs temperatuurreeks en neerslagreeks uit HIRLAM voor alle centrumpunten van HBV-stroomgebieden.

Uitvoer:

- Ruimtelijk geïnterpoleerde n-uurs temperatuurreeks en neerslagreeks uit HIRLAM, geaggregeerd naar grotere stroomgebieden.

## DisaggregateSeriesHIRLAM

Deze stap is voor de voorspelling met de HIRLAM data niet nodig (de data wordt al in tijdstappen van 1 uur geleverd), maar voor data van andere bronnen wel. Deze taak is dan ook niet geconfigureerd.

## **HBV\_Rijn\_Merge\_HIRLAM**

Deze taak van de transformatie module zorgt ervoor dat de ruimtelijk geïnterpoleerde historische reeks en de (gedisaggregeerde) voorspellingsreeks samengevoegd worden. Dit wordt voor alle 134 HBV-stroomgebieden voor zowel de parameter neerslag als temperatuur apart uitgevoerd. Bij het samenvoegen wordt bij het in de tijd overlappen van reeksen voorrang gegeven aan de historische reeks. De historische reeks loopt van 8 dagen voor  $T_0$  tot  $T_0$  en de voorspellingsreeks loopt vanaf het begin van de HIRLAM voorspelling (X uur voor  $T_0$ ) tot 96 uur na start van de HIRLAM voorspelling.

Invoer:

- Voor elk HBV-stroomgebied per uur de voorspelde neerslag en temperatuur gekoppeld aan de centrapunten;
- Voor elk HBV-stroomgebied per uur de historische neerslag en temperatuur gekoppeld aan de centrapunten.

Uitvoer:

- Een gecombineerde reeks bestaande uit deels historische waarden en deels voorspelde waarden per uur voor elk HBV-stroomgebied.

## **HBV\_Rijn\_AggregateInputs\_HIRLAM**

Deze module aggregeert de neerslag en temperatuur zoals die in HBV gebruik zal worden in de HIRLAM voorspelling op de middelpunten van de HBV-stroomgebieden naar grotere stroomgebieden (bijvoorbeeld gehele Rijn bovenstrooms van Andernach). Deze geaggregeerde series kunnen door de gebruiker worden bekeken. De geaggregeerde series worden alleen voor dit doel aangemaakt, en worden niet in de HBV berekening gebruikt. De lijst met aggregatie locaties is opgenomen in bijlage A. De geïnterpoleerde tijdseries heeft dezelfde tijdstap als HIRLAM (1 uur). Ook voor de andere voorspelgrids geldt dat de oorspronkelijke tijdstap wordt gehanteerd (deze module is niet opgenomen in het stroomschema voor de HIRLAM voorspelling).

Invoer:

- Ruimtelijk geïnterpoleerde 1 uurs temperatuurreeks en neerslagreeks zoals die voor in HBV wordt gebruikt op alle centrapunten van HBV-stroomgebieden.

Uitvoer:

- Ruimtelijk geïnterpoleerde n-uurs temperatuurreeks en neerslagreeks, geaggregeerd naar grotere stroomgebieden.

## **HBV\_Rijn\_Interpolate\_HIRLAM**

Met behulp van de interpolatie module zorgt deze taak ervoor dat de eventueel aanwezige gaten in de gecombineerde reeks van historische en voorspelde data, opgevuld worden.

Hierbij wordt gebruik gemaakt van een lineaire interpolatie of extrapolatie methode voor de temperatuurreeks en een interpolatie met *default* waarden gelijk aan 0 voor de neerslagreeks. Voor de temperatuurreeks worden gaten in de reeks die langer zijn dan 24 tijdstappen opgevuld met *default* waarden gelijk aan 8.

Invoer:

- Een gecombineerde reeks bestaande uit deels historische waarden en deels voorspelde waarden per uur voor elk HBV-stroomgebied.

Uitvoer:

- Een geïnterpoleerde volledige reeks bestaande uit deels historische waarden en deels voorspelde waarden per uur voor elk HBV-stroomgebied.

### **HBV\_Rijn\_HIRLAM**

Deze taak van de *General Adapter* zorgt ervoor dat het HBV-model gedraaid wordt met de gecombineerde historische en voorspelde reeks als invoer. Als eerste wordt de meest geschikte initiële conditie gezocht. Voor het HBV-model zoekt het systeem een te gebruiken toestand die tussen de 0 en 8 dagen oud is. Indien de workflow Rijn\_Update is gedraaid en als “Approved” is geaccepteerd, dan zal de toestand die in die run bepaald is worden gebruikt.

De invoerreksen voor het HBV-model worden geëxporteerd naar een bestand in XML-formaat. De temperatuur en neerslag reksen worden om en om in het uitvoerbestand gezet, waarbij een volgorde van de HBV-stroomgebieden wordt gehanteerd, zoals is geconfigureerd in het bestand ‘FEWSPTQ.key’.

Vervolgens wordt de HBV-preprocessor aangeroepen, die het uitgevoerde XML-bestand omzet naar een voor HBV leesbaar formaat en die de een aantal andere invoerbestanden aanpast. Daarna wordt het model zelf gedraaid en vervolgens de HBV-postprocessor die de resultaten van het HBV-model weer omzet naar XML-formaat, waarna het geïmporteerd wordt in de FEWS database. Bij het omzetten van de resultaten in en XML-formaat wordt gebruik gemaakt van het bestand ‘FEWRES.key’, waarin de koppeling van HBV-uitvoer met FEWS locaties wordt gelegd.

Invoer:

- Een geïnterpoleerde volledige reeks bestaande uit deels historische waarden en deels voorspelde waarden per uur voor elk HBV-stroomgebied.

Uitvoer:

- Reeksen met voorspelde afvoeren voor de uitstroompunten van de HBV-stroomgebieden.

### **HBV\_Rijn\_ARInterpolate\_HIRLAM**

Met de interpolatie module worden kleine gaten in de meetreeksen opgevuld alvorens de errorcorrectie toe te passen.



## **HBV\_Rijn\_AR\_HIRLAM**

Met deze taak van de ErrorModule wordt de uitvoer van het HBV model zoals net berekend over de update periode vergeleken met de beschikbare metingen. Een statistisch AR model wordt opgesteld van deze verschillen en de HBV uitkomsten over de voorspelperiode worden aangepast met de door het AR model voorspelde verschillen.

Invoer:

- Voor de HBV stroomgebieden waar er een afvoer meetreeks beschikbaar is een uurreeks met de door HBV berekende afvoeren over de update en voorspel periodes;
- Voor de overeenkomende meetlocaties de uur reeks van gemeten afvoeren.

Uitvoer:

- Voor de HBV stroomgebieden waar er een afvoer meetreeks beschikbaar is een uurreeks met de gecorrigeerde HBV afvoeren over de update en voorspel periodes.

## **LAT\_Rijn\_HIRLAM**

Deze transformatie module taak berekend de zijdelingse instroom van de grote zijrivieren voor het Nederlandse gedeelte van het SOBEK Rijn model.

## **LAT\_Rijn\_Interpolate\_HIRLAM**

Deze interpolatie module taak zorgt ervoor dat er geen missing values voor komen in de series berekend met LAT\_Rijn\_HIRLAM.

## **OPP\_OPP\_Rijn\_HIRLAM**

Deze transformatie module taak berekent op basis van oppervlakte-oppervlakte relaties de instromingen van kleine beken.

## **Surge\_Calc\_Rijn\_HIRLAM**

Deze transformatie module berekent de windopzet.

## **Surge\_Rijn\_Interpolate\_HIRLAM**

Deze interpolatie taak zorgt ervoor dat er geen missing values in de berekende windopzet zit.

## **Tidal\_Calc\_Rijn\_HIRLAM**

Deze taak van de transformatie module berekent het getij bij Werkendam en Krimpen a/d Lek voor de voorspelperiode.

## SBK\_Rijn\_DataPrep\_HIRLAM

Deze taak van de transformatie module zorgt voor alle benodigde voorbereidingen op de invoerdata voor de SOBEK modellen. Zowel de reeksen voor het Andernach-Lobith model als die voor het Maxau-Lobith model worden voorbereid.

1. De eerste stap is het kopiëren van de reeksen uit HBV en de AR module naar tijdelijke reeksen. Bij deze kopie actie wordt rekening gehouden met de verschillende schaalfactoren en ook eventuele tijdverschuivingen. Deze bewerkingen gelden vooral voor die locaties waar het HBV uitvoerpunt niet direct samenvalt met de Rijn.
2. In een tweede stap worden de reeksen voor de diffuse laterale instroompunten aangemaakt. Deze worden gekopieerd uit de specifieke HBV deelstroomgebieden, en gedeeld door de lengte van de tak waarover deze het SOBEK model zullen instromen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een aantal “dummy” locaties. Deze zijn nodig daar waar één HBV uitvoer over twee SOBEK invoerlocaties wordt gedeeld. Voor de koppeling SOBEK – FEWS geldt dat het een één-op-één relatie moet zijn.
3. In de derde stap worden alle reeksen gecontroleerd op een minimum debiet. Voor de meeste reeksen is dit minimum nul. Voor de randvoorwaarde gelden echter hogere debieten zodanig dat SOBEK niet instabiel wordt door een te lage afvoer.
4. In de laatste stap worden de eventueel ingevoerde externe voorspellingen bij Andernach, Maxau en Rheinfelden meegenomen. Waar deze voorspellingen waterstanden zijn worden deze eerst omgezet in een debiet met de relevante tabel. Voor Rheinfelden geldt dat eerst het verschil tussen de externe en HBV voorspelling bij Rheinfelden wordt bepaald. Dit verschil wordt bij Maxau weer erbij geteld, weliswaar vertraagd met 24 uur.

Invoer:

- Voor de HBV stroomgebieden waar er een afvoer meetreeks beschikbaar is een uurreeks met de gecorrigeerde HBV afvoeren;
- Voor de HBV stroomgebieden waar er geen afvoer meetreeks beschikbaar is de door HBV berekende afvoeren;

Uitvoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden (rand en lateraal) uurreeksen met debieten.

## SBK\_Rijn\_Interpolate\_HIRLAM

Deze taak van de interpolatie module zorgt ervoor dat er geen ontbrekende waarden zijn in de reeksen die aan SOBEK doorgegeven zullen worden. De interpolatie wordt uitgevoerd in een aantal stappen; eerst wordt een lineaire interpolatie uitgevoerd om in het standaardprofiel van de beginwaarde naar de “echte” afvoer geleidelijk over te gaan. Vervolgens worden nog resterende gaten lineair geïnterpoleerd dan wel geëxtrapoleerd. Indien er helemaal geen gegevens beschikbaar zijn, wordt een default waarde ingevuld die voor elke locatie overeenkomt met het minimum debiet.

Invoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden uurreeksen met samengevoegde debieten.

Uitvoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden uurreeksen met samengevoegde debieten, zónder ontbrekende waarde.

### **SBK\_AndLob\_HIRLAM**

Deze taak van de *General Adapter* zorgt ervoor dat het SOBEK-model gedraaid voor het Andernach-Lobith model met de gecombineerde historische en voorspelde afvoerreeks als invoer. Als eerste wordt de meest geschikte initiële conditie gezocht. Voor het SOBEK-model zoekt het systeem een te gebruiken toestand die tussen 0 en 10 dagen oud is.

Normaliter zal dit de toestand van de voor de voorspelling gemaakte update run zijn. De invoerreeksen voor het SOBEK-model worden geëxporteerd naar een bestand in XML-formaat.

Vervolgens wordt de SOBEK-preprocessor aangeroepen, die het uitgevoerde XML-bestand leest en in de SOBEK Database (NEFIS) schrijft op de juiste locatie. De locatienamen in het geëxporteerde XML bestand komen overeen met de in het SOBEK model gehanteerde naamgeving voor de bovenstroomse- en laterale randvoorwaarden. Een parameter “Q” geeft aan dat een rand een debietrand is, een “L” geeft aan dat het een lateraal debiet betreft en een “S” geeft aan dat het een Sample is voor in het Kalman filter (niet van toepassing voor de Rijn). Daarna wordt het SOBEK model zelf gedraaid en vervolgens de SOBEK-postprocessor die de resultaten van het SOBEK-model weer omzet naar XML-formaat, waarna ze vervolgens geïmporteerd wordt in de FEWS database.

Invoer:

- Een geïnterpoleerde volledige historische en voorspelde afvoerreeks voor de boven- en laterale randvoorwaarden van het SOBEK model.

Uitvoer:

- Voor elk SOBEK uitvoerlocatie de door SOBEK berekende debieten en waterstanden.

### **SBK\_MaxLob\_HIRLAM**

Deze taak van de *General Adapter* zorgt ervoor dat het SOBEK-model gedraaid voor het Maxau-Lobith model met de gecombineerde historische en voorspelde afvoerreeks als invoer. Als eerste wordt de meest geschikte initiële conditie gezocht. Voor het SOBEK-model zoekt het systeem een te gebruiken toestand die tussen 0 en 10 dagen oud is.

Normaliter zal dit de toestand van de voor de voorspelling gemaakte update run zijn. De invoerreeksen voor het SOBEK-model worden geëxporteerd naar een bestand in XML-formaat.

Vervolgens wordt de SOBEK-preprocessor aangeroepen, die het uitgevoerde XML-bestand leest en in de SOBEK Database (NEFIS) schrijft op de juiste locatie. De locatienamen in het geëxporteerde XML bestand komen overeen met de in het SOBEK model gehanteerde naamgeving voor de bovenstroomse- en laterale randvoorwaarden. Een parameter “Q” geeft aan dat een rand een debietrand is, een “L” geeft aan dat het een lateraal debiet betreft en een

“S” geeft aan dat het een Sample is voor in het Kalman filter (niet van toepassing voor de Rijn). Daarna wordt het SOBEK model zelf gedraaid en vervolgens de SOBEK-postprocessor die de resultaten van het SOBEK-model weer omzet naar XML-formaat, waarna ze vervolgens geïmporteerd wordt in de FEWS database.

Invoer:

- Een geïnterpoleerde volledige historische en voorspelde afvoerreeks voor de boven- en laterale randvoorwaarden van het SOBEK model.

Uitvoer:

- Voor elk SOBEK uitvoerlocatie de door SOBEK berekende debieten en waterstanden.

### **Rijn\_Thresholds\_HIRLAM**

Deze activiteit van de ThresholdEvent module controleert of er geconfigureerde grenzen worden overschreden met de HIRLAM voorspelling (voor Lobith).

### **Rijn\_Report\_Subcatchment\_HIRLAM**

De taak van de Report module produceert een (HBV) Subcatchment report voor de HIRLAM voorspelling

### **Rijn\_Report\_StatusForecastLocation\_HIRLAM**

Deze taak van de Report module produceert een SOBEK locatie status report voor de HIRLAM voorspelling

### **Rijn\_Report\_ForecastLocation\_HIRLAM**

Deze taak van de Report module geeft een SOBEK locatie detail report voor de HIRLAM voorspelling.

### **Rijn\_Report\_ThresholdCrossings\_HIRLAM**

De Report module rapporteert als er een grenswaarde wordt overschreden.

## **4.8 Rijn\_Forecast\_DWD-GME**

In deze paragraaf worden alleen de veranderingen ten opzichte van de workflow Rijn\_Forecast\_HIRLAM beschreven.

## **Rijn\_SpatialInterpolation DWD-GME**

Deze taak van de interpolatiemodule module zorgt ervoor dat er op basis van de voorspelde ruimtelijke verdeling van neerslag en temperatuur tijdreeksen aangemaakt worden voor de centrapunten van de HBV stroomgebieden. Aangezien de DWD-GME voorspellingen een relatief lage resolutie hebben, wordt vanuit de naastliggende cellen met bi-lineaire interpolatie geïnterpoleerd.

Invoer:

- DWD-GME Grids met voorspelde neerslag en temperatuur voor 3 uur waarden.

Uitvoer:

- Voor elk HBV-stroomgebied per 3 uur de voorspelde neerslag en temperatuur gekoppeld aan de centrapunten.

## **Rijn\_DisaggregateSeriesDWD-GME**

De data van DWD-GME moet gedisaggregeerd worden van 3 uren waarden naar 1 uren waarden. Omdat de 3 urreeks van neerslag nog cumulatieve waarden bevat wordt gebruik gemaakt van een disaggregatie methode waarbij cumulatieve waarden omgezet worden naar instantane waarden. De 3 urreeks van temperatuur wordt gedisaggregeerd door een constante waarde in te vullen voor de 3 urenperiode.

Invoer:

- Voor elk HBV-stroomgebied per 3 uur de voorspelde neerslag en temperatuur gekoppeld aan de centrapunten.

Uitvoer:

- Voor elk HBV-stroomgebied per uur de voorspelde neerslag en temperatuur gekoppeld aan de centrapunten.

## **4.9 Rijn\_Forecast\_DWD-LM**

De workflow voor DWD-LM is identiek aan die van de HIRLAM voorspelling. De lengte van de DWD-LM voorspelling echter 3 dagen. Daarnaast zijn aan deze workflow de workflow de drie volgende taken toegevoegd wat samen de MLR voorspelling met DWD neerslag geeft.

### **MLR\_Rijn\_DWD-LM**

Deze taak berekend de MLR voorspelling op basis van de vergelijking gegeven in hoofdstuk 2.9.2.

### **MLR\_Rijn\_DWD-LM\_L2F**

Deze taak zet afhankelijk van de afvoer of waterstand bij Lobith de afvoer om in waterstanden en vice versa.

## **MLR\_Rijn\_DWD-LM\_Merge**

Deze taak maakt van de verschillende voorspelling (H<10 meter, Q>2300 en Q>5000) een tijdreeks aan voor de verschillende voorspellingen (2, 3, 4 dagen vooruit).

### **4.10 Rijn\_Forecast\_ECMWF-DET**

In deze paragraaf worden alleen de veranderingen ten opzichte van de workflow Rijn\_Forecast\_HIRLAM beschreven. De stappen die afwijken zijn dezelfde als voor de DWD-GME voorspelling.

### **4.11 Rijn\_Forecast\_ECMWF-EPS**

In deze paragraaf worden alleen de veranderingen ten opzichte van de workflow Rijn\_Forecast\_HIRLAM beschreven. De stappen die afwijken, zijn dezelfde als voor de DWD-GME voorspelling. Let wel dat in het geval van de Ensemble voorspelling elke bewerkingslag voor elk lid van de ensemble wordt uitgevoerd. Om de rekestijd te beperken wordt momenteel alleen het HBV model gebruikt.

## 5 Operationeel systeem

### 5.1 Systeemstructuur

Het operationele DELFT-FEWS systeem bestaat uit een aantal software componenten. Onderstaande tabel geeft een korte beschrijving van de functie van elk van deze componenten en geeft ook aan op welke hardware de componenten zijn geïnstalleerd.

Bij het RIZA zijn er twee centrale servers waarop het systeem geïnstalleerd is;

- Master Controller Server. Deze server bevat alle centrale componenten van het live systeem. De server is met Linux als besturingssysteem uitgerust.
- Forecasting Shell Server. Op deze server worden alle rekenprocessen uitgevoerd. Aangezien de modellen die voor Rijn en Maas worden gebruikt onder Windows draaien is de server een Windows PC. In principe kunnen er meerdere van deze servers zijn. Het is dan ook een min of meer standaard PC (uiteraard met genoeg geheugen en CPU om efficiënt de berekeningen uit te voeren).

Gebruikers van het systeem hebben een aantal clients beschikbaar om met het systeem te werken.

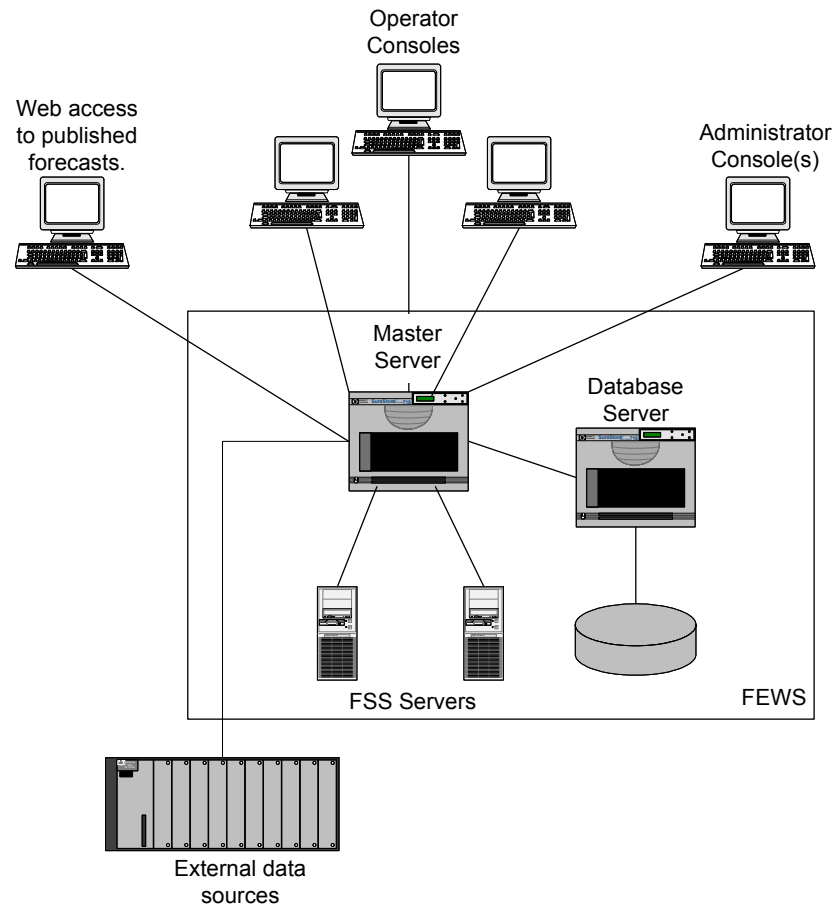
- Web interface. FEWS-NL produceert regelmatig HTML rapporten met een overzicht over de recente voorspellingen. Deze kunnen worden bekeken met standaard Web programma's zoals Internet Explorer. Dit kan vanaf elke PC (er hoeft niets geïnstalleerd te worden) en is beschikbaar aan (inden gewenst) een brede groep gebruikers.
- Operator Client. De operator client is de belangrijkste applicatie voor de gebruiker van FEWS-NL. De operator client synchroniseert regelmatig data vanuit de centrale servers. Deze data is dan beschikbaar voor de gebruiker en kan bekeken worden met behulp van de verschillende grafische tools. Ook kunnen met de operator client handmatige voorspellingen, scenario voorspellingen enz. worden aangevraagd. Waar nodig kunnen kleine wijzigingen in geïmporteerde data worden doorgevoerd. Deze client wordt door "voorspellers" gebruikt.
- Configuration Manager. Omdat het operationele systeem gedistribueerd is, moet de configuratie van het systeem beheerd worden. Nadat een wijziging is doorgevoerd op de configuratie, zal deze wijziging naar alle onderdelen van het systeem doorgestuurd worden. Om de configuratie te beheren is er de Configuration Manager. Met deze client kunnen nieuwe versies van configuratiebestanden in het systeem worden ingebracht en actief gemaakt. Deze client is alleen voor gevanceerde gebruikers (beheerders) beschikbaar.
- Administrator Interface. Dit is een Web interface die direct toegang biedt tot de centrale componenten van het systeem. Hiermee kunnen deze worden beheerd, taken aan of uit gezet worden en nieuwe taken toegevoegd. Deze client is alleen voor gevanceerde gebruikers (beheerders) beschikbaar.

Tabel 5-1 Overzicht van software componenten.

Software component	Beschrijving	Server
Master controller	Centrale controle over datastromen en voor het uitvoeren van taken.	Master Controller Server
Administrator interface (centraal)	Deze applicatie wordt gebruikt voor het beheer van het operationeel systeem. Deze wordt door de Web Server beschikbaar gesteld. Deze maakt gebruik van een Servlet engine zoals Apache-Tomcat.	Master Controller Server
Forecasting Shell	Dit is een instantie van DELFT-FEWS die verantwoordelijk is voor het uitvoeren van alle model berekeningen.	Forecasting Shell Server.
Forecasting Shell–Windows Service (“Master controller proxy”)	Windows Service om de communicatie tussen de Master controller en de Forecasting Shell Server te beheren.	Forecasting Shell Server
JMS Application server	Noodzakelijk voor alle communicatie tussen gedistribueerde systeemonderdelen. Alle communicatie wordt uitgevoerd met de J2EE standard Java Messaging Service (JMS). Een JMS-only versie van JBoss wordt hiervoor gebruikt.	Master Controller Server
Central database	Deze vormt de centrale dataopslag, met alle gemeten data, systeem configuratie enz. Dit is een Oracle database	Master Controller Server
Operator Client	DELFT-FEWS Client. Dit is de gebruikers interface die door de “voorspeller” wordt gebruikt.	Windows PC (Gebruiker)
Configuration Manager	Deze client is beschikbaar om de (hydrologische) configuratie van het systeem te beheren.  Deze is alleen beschikbaar voor de geavanceerde gebruiker.	Windows PC (Gebruiker)
Web reports	HTML pagina’s met resultaten van modelvoorspellingen (Standaard internet).	Windows PC (Gebruiker)
Administrator interface	HTML client die wordt gebruikt voor het beheer van het operationeel systeem.	Windows PC (Gebruiker)



De structuur van het operationeel systeem is in onderstaande figuur weergegeven. In deze figuur worden alle onderdelen weergegeven op aparte computers voor de overzichtelijkheid. Bij de daadwerkelijke installatie zijn echter meerdere functies op één computer geïnstalleerd (zie ook bovenstaande tabel).



Figuur 2 Overzicht van de structuur van het systeem

## 5.2 Configuratie operationeel systeem

### 5.2.1 Data importeren

Het operationeel systeem importeert regelmatig data van externe bronnen (voorspellingen en meetdata). Deze data worden uit geconfigureerde directories gelezen. De data wordt door bijvoorbeeld FTP scripts op die locaties vanuit de externe bronnen beschikbaar gesteld aan FEWS-NL. Voor alle data typen geldt dat deze in het operationele systeem een beperkte houdbaarheid hebben. De data wordt dus na bepaalde tijd weer uit de database verwijderd. Per data bron kan deze tijd variëren. Onderstaande tabel geeft een overzicht over de verschillende bronnen en hoe lang deze in het systeem worden bewaard.

Tabel 2 Import data uit externe bronnen.

Type	Bron	Frequentie	Aantal dagen in database
<b>Historische data</b>			
MSW (Rijn & Maas)	MSW	ca. 1x per uur	100
BC2000 (Rijn)	BC2000	Handmatig	100
TTRR (Rijn)	DWD	1x per dag	100
Synop DWD (Rijn)	DWD	4x per dag	100
KNMI Synoptisch (Maas)	KNMI	4x per dag	100
Astronomisch Getij (Rijn&Maas)	www.getij.nl <sup>1</sup>	1x per 2 jaar	730
<b>Voorspelde data</b>			
KNMI-HIRLAM	KNMI	4x per dag	5
DWD-GME	DWD	2x per dag	5
DWD-LM	DWD	2x per dag	5
ECMWF-Determ.	ECMWF	1x per dag	5
ECMWF-EPS.	ECMWF	1x per dag	5
WSD Mainz (Rijn)	WSD	1x per dag	5

<sup>1</sup> Data is verkregen van de website [www.getij.nl](http://www.getij.nl) en omgezet naar een MSW bestand voor Krimpen a/d Lek, Werkendam, en Keizersveer.

Nadat data uit een bestand geïmporteerd is, zal het bronbestand worden verwijderd – dit om te zorgen dat de harde schijf niet vol raakt.

## 5.2.2 Voorspellingen uitvoeren

Het operationeel systeem zal volgens een voorgeschreven schema voorspellingen maken. Elke voorspelling is gedefinieerd door een Workflow zoals beschreven in voorgaand hoofdstuk. De frequentie van voorspelling is verschillend ingesteld, afhankelijk van de bron van de data. Bij het instellen van automatische voorspellingen zijn twee tijden van belang. De eerste bepaalt wanneer de run wordt gedraaid. Deze tijd heet de *Dispatch Time*. De tweede bepaalt de start tijd van die run (de *Forecast T0*). Deze komen vaak niet overeen omdat het enige tijd kan duren voordat data van de externe bron bij het systeem aankomt. Het verschil tussen de twee tijden wordt *ShiftT0* genoemd.

Workflow	Forecast T0 (CET)	Start tijd (CET)	ShiftT0 (min)	Herhaaltijd (uur)	Dispatch Time (CET)
ImportExternal	0:20:00	0:20:00	0.00	0.5	0:20:00 0:50:00 1:20:00 1:50:00 <i>enz</i>
Maas_Update	2:00:00	8:30:00	450.00	24	8:30:00
Rijn_Update	2:00:00	8:30:00	450.00	24	8:30:00

Workflow	Forecast T0 (CET)	Start tijd (CET)	ShiftT0 (min)	Herhaaltijd (uur)	Dispatch Time (CET)
Rijn_Forecast_HIRLAM	8:00:00	8:00:00	0:00	6	8:00:00 14:00:00 20:00:00 02:00:00
Maas_Forecast_HIRLAM	8:00:00	8:00:00	0:00	6	8:00:00 14:00:00 20:00:00 02:00:00
Export_Current	8:15:00	8:15:00	0:00	6	8:15:00 14:15:00 20:15:00 02:15:00
Rijn_Forecast_DWD-LM	9:00:00	9:00:00	0:00	12	9:00:00 21:00:00
Maas_Forecast_DWD-LM	9:00:00	9:00:00	0:00	12	9:00:00 21:00:00
Rijn_Forecast_DWD-GME	10:00:00	10:00:00	0:00	12	10:00:00 22:00:00
Maas_Forecast_DWD-GME	10:00:00	10:00:00	0:00	12	10:00:00 22:00:00
Rijn_Forecast_ECMWF-DET	3:00:00	3:00:00	0:00	24	3:00:00
Maas_Forecast_ECMWF-DET	3:00:00	3:00:00	0:00	24	3:00:00
Rijn_Forecast_ECMWF-EPS	4:00:00	5:30:00	1:30	24	4:00:00
Maas_Forecast_ECMWF-EPS	4:00:00	4:00:00	0:00	24	4:00:00
RollingBarrel_FSS00	23:00:00	23:00:00	0:00	24	23:00:00
RollingBarrel_FSS01	23:00:00	23:00:00	0:00	24	23:00:00
MC:RollingBarrel	0:00:00	0:00:00	0:00	0.5	0:00:00 0:30:00 1:00:00 1:30:00 <i>enz</i>

<sup>1</sup> Alle tijden zijn aangegeven als Central European Time (CET) – dit is dus zonder Zomertijd.

<sup>2</sup> De tijden zijn ingesteld om de data tijd geven om bij FEWSNL te komen. De T0 komt overeen met de starttijd van de externe voorspelling (in CET).

<sup>3</sup> De tijden zijn geoptimaliseerd zodat taken zo min mogelijk op elkaar wachten.

<sup>4</sup> De laatste 3 taken zijn data beheer taken en zorgen dat het systeem niet volloopt met data na verloop val tijd. De gebruiker heeft verder geen interactie met deze taken.

**Opmerking 1:** Doordat HBV met vaste paden werkt kunnen alle taken slechts op een van de twee beschikbare Forecasting Shells worden uitgevoerd. Deze kunnen dus niet parallel op één PC worden uitgevoerd. Een eenvoudige mogelijkheid dit op te lossen is om een tweede PC aan te schaffen zodat voorspeltaken parallel uitgevoerd kunnen worden.

**Opmerking 2:** Resultaten van alle taken worden standaard 30 dagen in het systeem behouden. Dit betekent dat de voorspellingen 30 dagen in het systeem beschikbaar zijn. Daarna worden deze verwijderd (tenzij deze als archief worden opgeslagen). Een uitzondering hierop vormen de resultaten van de Ensemble voorspellingen. Deze worden voor 10 dagen in het systeem behouden.



## A Locaties

Lijst met in het FEWS-NL gebruikte locaties, zoals geconfigureerd in 'Locations 1.00 default'.

Locatie Id	Name	x	y	z
<b>Hydrological/Meteorological locations Maas</b>				
H-MS-0001	Daverdisse	5.120	50.030	240
H-MS-0002	Eghezee	4.910	50.600	145
H-MS-0003	Marche-en-Famenne	5.370	50.250	200
H-MS-0004	Ortho	5.630	50.120	320
H-MS-0005	Robertville	6.120	50.450	535
H-MS-0006	Solre-sur-Sambre	4.150	50.310	130
H-MS-0007	Balmoral (Spa)	5.870	50.490	260
H-MS-0008	Ampsin/Amay	5.310	50.530	0
H-MS-0009	Angleur	5.610	50.610	0
H-MS-0010	Chaufontaine	5.660	50.590	0
H-MS-0011	Chooz	4.810	50.090	0
H-MS-0012	Floriffoux	4.770	50.450	0
H-MS-0013	Gendron	4.970	50.210	0
H-MS-0014	Haccourt	5.680	50.740	0
H-MS-0015	Lanaye	5.690	50.780	0
H-MS-0016	Lixhe	5.680	50.760	0
H-MS-0017	Martinrive	5.640	50.480	0
H-MS-0018	Membre pont	4.910	49.870	0
H-MS-0019	Salzannes	4.850	50.470	0
H-MS-0020	Tabreux	5.540	50.440	0
H-MS-0021	Treignes	4.690	50.090	0
H-MS-0022	Vise	5.690	50.740	0
H-MS-EIJS	Eijsden	5.68306	50.75823	0
H-MS-SINT	Maastricht_(St.Piet)	5.69689	50.82858	0
H-MS-BHJK	Borgharen_Jul.kanaal	5.69967	50.86989	
H-MS-BORD	Borgharen_dorp	5.69127	50.87263	0
H-MS-ELSL	Elsloo	5.75588	50.95790	
H-MS-GREV	Grevenbicht	5.77164	51.05044	
H-MS-MAAS	Maaseik	5.80186	51.09489	
H-MS-STEV	Stevensweert	5.84163	51.13081	
H-MS-HEE2	Heel_boven	5.91878	51.17421	
H-MS-LIN1	Linne_beneden	5.94268	51.16023	
H-MS-ROE2	Roermond_boven	5.98240	51.20051	
H-MS-HEE1	Heel_beneden	5.91945	51.17647	
H-MS-NEER	Neer	6.00464	51.26056	
H-MS-KESS	Kessel	6.04861	51.28770	
H-MS-BEL2	Belfeld_boven	6.11325	51.31854	
H-MS-BEL1	Belfeld_beneden	6.11730	51.33535	

Locatie Id	Name	x	y	z
H-MS-VENL	Venlo-Blerick	6.15887	51.36767	
H-MS-WELL	Well_dorp	6.09266	51.54790	
H-MS-SAM2	Sambeek_boven	6.00435	51.63270	
H-MS-SAM1	Sambeek_beneden	5.97117	51.64557	
H-MS-GENN	Gennep	5.95673	51.69701	
H-MS-MOOK	Mook	5.86545	51.75869	
H-MS-GRA2	Grave_boven	5.74340	51.76158	
H-MS-GRA1	Grave_beneden	5.72013	51.77561	
H-MS-MEGE	Megen	5.56322	51.82714	
H-MS-LIT2	Lith_boven	5.45644	51.80952	
H-MS-LIT1	Lith_dorp	5.43288	51.80965	
H-MS-HEES	Heesbeen	5.12480	51.73635	
H-MS-KEIZ	Keizersveer	4.89350	51.72018	
H-MS-GEUL	Geul <sup>1</sup>	5.709670	50.899890	
H-MS-GEBK	Geleenbeek <sup>1</sup>	5.851860	51.114890	
H-MS-RORR	Roer <sup>1</sup>	5.982400	51.190510	
H-MS-NRBK	Neerbeek <sup>1</sup>	6.004640	51.250560	
H-MS-NIER	Nier <sup>1</sup>	5.936730	51.707010	
H-MS-DOMM	Dommel <sup>1</sup>	5.224800	51.636350	
H-MS-AAAA	Aa <sup>1</sup>	5.224800	51.656350	
<sup>1</sup> locatie afgeleid van geografische kaart				
<b>HBV Catchments Maas</b>				
I-MS-0014	Maas Namur-Monsin	5.471	50.615	0
I-MS-0015	Jeker	5.382	50.708	0
I-MS-0012	Vesdre	5.911	50.546	0
I-MS-0013	Mehaigne	5.015	50.579	0
I-MS-0009	Sambre	4.245	50.291	0
I-MS-0011	Ambleve	5.972	50.363	0
I-MS-0007	Maas Chooz-Namur	4.869	50.199	0
I-MS-0010	Ourthe	5.594	50.175	0
I-MS-0008	Lesse	5.181	50.076	0
I-MS-0006	Viroin	4.477	50.057	0
I-MS-0004	Bar etc	4.771	49.758	0
I-MS-0005	Semois	5.362	49.775	0
I-MS-0002	Chiers	5.475	49.495	0
I-MS-0003	Lorraine Nord	5.338	49.185	0
I-MS-0001	Lorraine Sud	5.714	48.419	0
<b>Lateralen NL Maas</b>				
I-MS-AMS2	Andelms2			
I-MS-GTM1	Getymas1			
I-MS-GTM2	Getymas2			
I-MS-GMS3	Grenmas3			
I-MS-GMS4	Grenmas4			
I-MS-GMS5	Grenmas5			
I-MS-GMS6	Grenmas6			
I-MS-ZMS1	Zandmas1			

Locatie Id	Name	x	y	z
I-MS-ZMS3	Zandmas3			
I-MS-ZMS4	Zandmas4			
I-MS-ZMS5	Zandmas5			
I-MS-ZMS6	Zandmas6			
I-MS-ZMS7	Zandmas7			
I-MS-ZMS8	Zandmas8			
I-MS-ZMS9	Zandmas9			
I-MS-DOMM	DOM_P10_dommel			
I-MS-DOMA	DOM_A2_oosterplas			
I-MS-DOMZ	Dom_Zandley			
<b>Geaggregeerde stroomgebieden (Maas)</b>				
I-MS-AMBLEVE	Ambleve	5.9718	50.3633	
I-MS-UMAAS	Upper Maas	5.4408	49.0551	
I-MS-MMAAS	Middle Maas	5.1987	50.4161	
I-MS-LESSE	Lesse	5.1813	50.0761	
I-MS-OURTHE	Ourthe	5.5942	50.1751	
I-MS-SAMBRE	Sambre	4.2454	50.291	
I-MS-VEDRE	Vesdre	5.9108	50.5463	
I-MS-MAAS	Maas at Borgharen	5.7	50.87	
<b>Dummy locations (Maas)</b>				
HBV07_1_50	HBV07_1_50	5.000	52.000	0
HBV07_2_50	HBV07_2_50	5.000	52.100	0
HBV14_1_50	HBV14_1_50	5.100	52.000	0
HBV14_2_50	HBV14_2_50	5.100	52.100	0
<b>Hydrological locations Rijn</b>				
H-RN-PANN	Pannerdenschekop	6.04090	51.87049	
H-RN-NIJM	Nijmegenhaven	5.85079	51.85261	
H-RN-DODE	Dodewaard	5.63174	51.90046	
H-RN-TIEL	TielWaal	5.45579	51.90051	
H-RN-ZALT	Zaltbommel	5.24450	51.81497	
H-RN-VURE	Vuren	5.01662	51.82202	
H-RN-ARNH	Arnhem	5.91260	51.97513	
H-RN-IJSS	IJsselkop	5.95363	51.95094	
H-RN-DRI2	Drielboven	5.81020	51.96547	
H-RN-DRI1	Drielbeneden	5.80304	51.96298	
H-RN-AME2	Amerongenboven	5.41209	51.97576	
H-RN-AME1	Amerongenbeneden	5.40467	51.97450	
H-RN-CULE	Culemborgbrug	5.21436	51.96018	
H-RN-HAG2	Hagesteinboven	5.13621	51.98979	
H-RN-HAG1	Hagesteinbeneden	5.13226	51.99328	
H-RN-SCHO	Schoonhoven	4.85142	51.94299	
H-RN-KRIM	Krimpena/dLek	4.62819	51.89071	
H-RN-DOES	Doesburgbrug	6.13078	52.01979	
H-RN-ZUTP	Zutphennoord	6.18094	52.15330	
H-RN-DEVE	Deventer	6.15296	52.25155	
H-RN-OLST	Olst	6.10478	52.34227	

Locatie Id	Name	x	y	z
H-RN-KATE	Katerveer	6.05327	52.50848	
H-RN-KAMP	Kampenbovenhaven	5.92550	52.55155	
H-RN-RAMS	Ramspolbrug_waq	5.83796	52.61285	
H-RN-ROGG	Roggebotsluis_N_waq	5.85496	52.54565	
H-RN-KAMH	Kamperhoek	5.64436	52.60543	
H-RN-WERK	Werkendam	4.88674	51.81722	
H-RN-ALME	Almen	6.200940	52.163300	
H-RN-OIJS	oude IJssel	6.130780	52.010	
H-RN-PLOC	Plochingen	9.420	48.708	
H-RN-WURZ	Wurzburg	9.927	49.797	
H-RN-TRIE	Trier	6.625	49.734	
H-RN-0001	Lobith	6.1062	51.8512	0
H-RN-0007	Nierstein-Oppenheim	8.3536	49.8666	0
H-RN-0021	Koblenz	7.6062	50.3603	57.67
H-RN-0024	Lorsch	8.5724	49.6703	0
H-RN-0026	Pfaffental	7.8498	50.0540	0
H-RN-0028	Siebeldingen	8.0502	49.2112	0
H-RN-0029	Oberingelheim	8.0528	49.9666	0
H-RN-0031	Neustadt a.d Wst.	8.1330	49.3545	0
H-RN-0036	Ettlingen	8.4002	48.9486	0
H-RN-0038	Berghausen	8.5166	49.0097	0
H-RN-0039	Eberstadt	8.6293	49.8154	0
H-RN-0052	Nettegut	7.4249	50.4177	0
H-RN-0053	Friedrichsthal	7.4474	50.5038	0
H-RN-0134	Basel	7.8434	47.4750	0
H-RN-0627	Rheinzabern	8.2797	49.1199	0
H-RN-0646	Ubstadt	8.6346	49.1579	0
H-RN-0651	Wiesloch	8.6812	49.2934	0
H-RN-0659	Rockenau-SKA	9.0052	49.4334	120
H-RN-0668	Monsheim	8.1907	49.6385	0
H-RN-0689	Maxau	8.3065	49.0400	97.76
H-RN-0691	Speyer	8.4497	49.3249	88.52
H-RN-0692	Mannheim	8.4551	49.4858	85.16
H-RN-0693	Worms	8.3784	49.6329	84.16
H-RN-0695	Mainz	8.2762	50.0060	78.43
H-RN-0700	Nauheim	8.4536	49.9520	0
H-RN-0808	Altenahr	7.0057	50.5207	0
H-RN-0847	Neubruock	6.6495	51.1334	0
H-RN-0888	Kalkofen	7.8909	50.3191	86.39
H-RN-0900	Schermbeck	6.8519	51.6752	0
H-RN-0908	Cochem	7.1691	50.1440	77
H-RN-0913	Grolsheim	7.9117	49.9127	0
H-RN-0942	Bingen	7.9006	49.9713	76.18
H-RN-0943	Kaub	7.7659	50.0868	67.66



<b>Locatie Id</b>	<b>Name</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>z</b>
H-RN-0947	Andernach	7.3927	50.4446	51.47
H-RN-0949	Bonn	7.1085	50.7368	42.66
H-RN-0950	Koeln	6.9640	50.9386	34.97
H-RN-0951	Duesseldorf	6.7707	51.2272	24.48
H-RN-0952	Ruhrort	6.7285	51.4567	16.09
H-RN-0953	Wesel	6.6083	51.6478	11.22
H-RN-0954	Rees	6.3963	51.7583	8.73
H-RN-0955	Emmerich	6.2463	51.8307	8
H-RN-0957	Hattingen	7.1618	51.4011	0
H-RN-0984	Menden	7.1599	50.7993	0
H-RN-1025	Opladen	6.9947	51.0714	0
H-RN-1026	Koenigstrasse	6.8663	51.4944	0
H-RN-1027	Raunheim	8.4324	50.0106	82.9
H-RN-2091	Rheinfelden	7.8009	47.5621	0
<b>HBV Catchments Rijn</b>				
I-RN-0001	Neckar1	8.6731	48.2648	633
I-RN-0002	Fils	9.6762	48.6666	508
I-RN-0003	Neckar2	9.1494	48.5086	502
I-RN-0004	Enz1	8.7196	48.7257	556
I-RN-0005	Enz2	8.9633	48.9120	314
I-RN-0006	Rems	9.5724	48.8273	402
I-RN-0007	Murr	9.4469	48.9773	362
I-RN-0008	Neckar3	9.2230	48.7642	317
I-RN-0009	Kocher	9.7007	49.1163	404
I-RN-0010	Jagst	9.8909	49.3116	396
I-RN-0011	Neckar4	9.1272	49.1495	277
I-RN-0012	Elsenz	8.9087	49.2801	239
I-RN-0013	Neckar5	8.8910	49.4872	337
I-RN-0014	Main1	11.4440	50.1586	488
I-RN-0015	Main2	10.8757	50.2075	358
I-RN-0016	Rednitz	10.8944	49.3023	410
I-RN-0017	Pegnitz	11.4922	49.5856	442
I-RN-0018	Aisch	10.5467	49.6145	335
I-RN-0019	Regnitz	11.1926	49.7950	378
I-RN-0020	Main3	10.4652	50.0466	310
I-RN-0021	Main4	10.1778	49.7932	267
I-RN-0022	FrSaale	10.1085	50.3094	372
I-RN-0023	Main5	9.8384	50.0060	330
I-RN-0024	Tauber	9.8667	49.5179	345
I-RN-0025	Main6	9.5208	49.8140	341
I-RN-0026	Kinzig	9.3175	50.2647	305
I-RN-0027	Main7	9.0654	49.8877	235
I-RN-0028	Nidda	8.9165	50.4065	241
I-RN-0029	Main	8.5292	50.1597	238
I-RN-0030	Nahe1	7.3554	49.7890	434
I-RN-0031	Nahe2	7.5713	49.5430	313
I-RN-0032	Nahe3	7.8477	49.8226	285
I-RN-0033	Lahn1	8.8803	50.8912	346
I-RN-0034	Dill	8.3309	50.7204	375

Locatie Id	Name	x	y	z
I-RN-0035	Lahn2	8.6574	50.6642	268
I-RN-0036	Lahn4	8.1727	50.4179	318
I-RN-0037	Lahn5	7.8086	50.3244	311
I-RN-0038	Omos1	6.3579	48.2945	438
I-RN-0039	Omos2	6.7525	48.4816	372
I-RN-0040	Seille	6.4843	48.7892	241
I-RN-0041	Omos3	5.9107	48.8753	265
I-RN-0042	Orne	5.8142	49.1339	247
I-RN-0043	Omos4	6.2259	49.3655	248
I-RN-0044	Obsa	7.0073	48.8938	291
I-RN-0045	Blies_1	7.3826	49.2458	332
I-RN-0046	Nied_1	6.5052	49.0975	268
I-RN-0047	Prims_1	6.9404	49.4846	386
I-RN-0048	Unsaar	6.8781	49.2413	267
I-RN-0049	Rest_1	6.5996	49.5154	302
I-RN-0050	Alzette	6.0030	49.6876	335
I-RN-0051	Sure	5.9353	49.9738	454
I-RN-0052	Our	6.1572	50.2187	480
I-RN-0053	Pruem	6.3591	50.0939	451
I-RN-0054	Nims	6.4973	50.0563	420
I-RN-0055	Sauer1	6.2267	49.8618	345
I-RN-0056	Sauer2	6.4706	49.8049	303
I-RN-0057	Umos1	6.4179	49.6613	280
I-RN-0058	Ruwer	6.7423	49.6016	492
I-RN-0059	Kyll	6.6249	50.1648	447
I-RN-0060	Lieser	6.7993	50.1676	393
I-RN-0061	Umos2	6.8631	49.8080	363
I-RN-0062	Umos3	7.0747	50.0768	361
I-RN-0063	Umos4	7.3530	50.1945	334
I-RN-0064	Obsi	8.0049	50.8503	396
I-RN-0065	Misi	7.7108	50.7807	329
I-RN-0066	Agger	7.4087	51.0091	259
I-RN-0067	Unsi	7.3620	50.7955	196
I-RN-0068	Erf1	6.8697	50.6369	251
I-RN-0069	Erf2	6.6184	50.8808	129
I-RN-0070	Erf3	6.7199	51.0974	52
I-RN-0071	Ruhr1	8.0881	51.3799	363
I-RN-0072	Ruhr2	7.8861	51.1518	414
I-RN-0073	Ruhr3	7.4079	51.3605	243
I-RN-0074	Ruhr4	7.0801	51.3761	124
I-RN-0075	Lippe1	8.6537	51.6224	246
I-RN-0076	Lippe2	7.7230	51.6393	88
I-RN-0077	Lippe3	7.0565	51.6917	55
I-RN-0078	AlbPfinz	8.5226	48.8858	316
I-RN-0079	QueichSpeyerbach	7.9575	49.3137	364
I-RN-0080	UpRhine1	8.3350	49.1621	178
I-RN-0081	UpRhine2	8.6775	49.2907	173
I-RN-0082	UpRhine3	8.2525	49.5220	194
I-RN-0083	WeschnitzModau	8.7133	49.6277	251

Locatie Id	Name	x	y	z
I-RN-0084	UpRhine4	8.4771	49.7524	176
I-RN-0085	Selz	8.2008	49.8258	188
I-RN-0086	Wisper	7.9527	50.1081	396
I-RN-0087	MidRhine1	8.0974	50.0388	251
I-RN-0088	MidRhine2	7.6894	50.1924	278
I-RN-0089	Saynbach	7.6376	50.4560	247
I-RN-0090	Nette	7.2276	50.3695	337
I-RN-0091	Wied	7.5503	50.6235	289
I-RN-0092	Ahr	6.8800	50.4188	440
I-RN-0093	MidRhine3	7.1868	50.5824	204
I-RN-0094	MidRhine4	7.0263	50.8721	76
I-RN-0095	Wupper1	7.2049	51.2053	268
I-RN-0096	LowRhine1	6.8795	51.0500	76
I-RN-0097	LowRhine2	6.8713	51.2987	61
I-RN-0098	Emscher	7.1386	51.5450	74
I-RN-0099	LowRhine3	6.6360	51.5718	29
I-RN-0100	LowRhine4	6.2265	51.7998	21
I-RN-0101	Wupper2_out	7.1501	51.0496	187
I-RN-0102	UpRh2_1	7.6690	47.8770	250
I-RN-0103	ElzDreis1	8.0150	47.9820	548
I-RN-0104	ElzDreis2	7.8500	48.0720	217
I-RN-0105	Kinzigup	8.2020	48.2990	451
I-RN-0106	UpRh2_2	7.8580	48.3730	163
I-RN-0107	III1	7.1800	47.7040	290
I-RN-0108	III2	7.2590	47.9600	260
I-RN-0109	Fecht	7.1870	48.1020	765
I-RN-0110	Bruche	7.3420	48.5270	240
I-RN-0111	III3	7.4840	48.3240	165
I-RN-0112	Kanal	7.5430	47.9320	205
I-RN-0113	Moder	7.5870	48.9020	205
I-RN-0114	Zorn	7.4720	48.7360	189
I-RN-0115	SauerWieslauter	7.8580	48.9900	284
I-RN-0116	MurgRench	8.3040	48.5950	744
I-RN-0117	UpRh2_3	8.1180	48.7350	126
I-RN-0118	Rhein1	9.2809	46.6571	1989
I-RN-0119	Rhein2	9.7690	46.9975	1498
I-RN-0120	Bodensee	9.5993	47.6371	656
I-RN-0121	Thur	9.1887	47.3499	756
I-RN-0122	Rhein_3	8.4841	47.6277	623
I-RN-0123	Thuner_s	7.8623	46.6096	1723
I-RN-0124	Aare1	7.3326	46.7742	1007
I-RN-0125	Bieler_s	6.6823	46.8626	774
I-RN-0126	Emme	7.7742	46.9654	860
I-RN-0127	Vierwa_s	8.4770	46.8713	1486
I-RN-0128	Kl_Emme	8.0942	46.9694	1028
I-RN-0129	Zurich_s	8.9488	47.1129	1173
I-RN-0130	Lim_reus	8.4553	47.2764	547
I-RN-0131	Aare2	7.9117	47.1989	568
I-RN-0132	Schwarzw	7.9592	47.7410	713

<b>Locatie Id</b>	<b>Name</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>z</b>
I-RN-0133	Birs	7.3793	47.3091	719
I-RN-0134	Rhein4	7.8434	47.4750	466
<b>Lateralen NL Rijn</b>				
I-RN-WAA1	Waal 1			
I-RN-WAA2	Waal 2			
I-RN-PANK	PanKan			
I-RN-NED1	NedRijn1			
I-RN-NED2	NedRijn2			
I-RN-LING	Lingel			
I-RN-NED3	NedRijn3			
I-RN-LEK1	Lek1			
I-RN-LEK2	Lek2			
I-RN-IJS1	Yssel1			
I-RN-IJS2	Yssel2			
H-RN-OIJS	Oude IJssel			
I-RN-IJS3	Yssel3			
I-RN-IJS4	Yssel4			
H-RN-ALME	Twentekanaal			
I-RN-IJS5	Yssel5			
I-RN-IJS6	Yssel6			
I-RN-IJS7	Yssel7			
I-RN-IJS8	Yssel8			
<b>Geaggregeerde stroomgebieden (Rijn)</b>				
I-RN-ERFT	Erft	6.7048	50.8315	
I-RN-LAHN	Lahn	8.4297	50.5925	
I-RN-LIPPE	Lippe	7.8005	51.6421	
I-RN-LRHINE	Lower Rhine	6.6405	51.5533	
I-RN-MAIN	Main	10.0774	49.9615	
I-RN-MRHINE1	Middle Rhine 1	7.6359	50.2178	
I-RN-MRHINE2	Middle Rhine 2	7.2113	50.594	
I-RN-MOSEL	Mosel	6.6374	49.1159	
I-RN-NAHE	Nahe	7.5802	49.734	
I-RN-NECKAR	Neckar	9.3394	48.8465	
I-RN-RUHR	Ruhr	7.8142	51.2973	
I-RN-SCHWEIZ	Rhine at Rheinfelden	8.4668	47.2374	
I-RN-WUPPER	Wupper	7.2421	51.1693	
I-RN-SIEG	Sieg	7.6785	50.8458	
I-RN-URHINE1	Upper Rhine 1	8.3487	49.4048	
I-RN-URHINE2	Upper Rhine 2	7.6635	48.3534	
I-RN-RHINE-MAX	Rhine at Maxau	8.3065	49.04	
I-RN-RHINE-AND	Rhine at Andernach	7.3927	50.4446	
I-RN-RHINE-LOB	Rhine at Lobith	6.1062	51.8512	
<b>Dummy locations (Rijn)</b>				
I-RN-0099a	LowRhine3 (copy a)	6.6360	51.5718	29
I-RN-0099b	LowRhine3 (copy b)	6.6360	51.5718	29
I-RN-0087a	MidRhine1 (copy a)	8.0974	50.0388	251
I-RN-0087b	MidRhine1 (copy b)	8.0974	50.0388	251
I-RN-0089_ZWE	Saynbach (ZWE)	7.6376	50.4560	247

Locatie Id	Name	x	y	z
I-RN-0081a	MidRhine2 (copy a)	8.4536	49.9520	0
I-RN-0081b	MidRhine2 (copy b)	8.4536	49.9520	0
I-RN-0084a	MidRhine3 (copy a)	8.4536	49.9520	0
I-RN-0084b	MidRhine3 (copy b)	8.4536	49.9520	0
I-RN-0037_Gelbach	Gelbach	7.8086	50.3244	311
I-RN-0037_Muehlbach	Muelbach	7.8086	50.3244	311
I-RN-0037_ZWE	LA1_ZEG4	7.8086	50.3244	311
I-RN-0013_ZWE_I	Neckar_ZWEI	8.8910	49.4872	337
I-RN-0013_ZWE_II	Neckar_ZWEII	8.8910	49.4872	337
I-RN-0013_ZWE_III	Neckar_ZWEIII	8.8910	49.4872	337
I-RN-0013_ZWE_IV	Neckar_ZWEIV	8.8910	49.4872	337
I-RN-0013_ZWE_V	Neckar_ZWEV	8.8910	49.4872	337
<b>Laterale uitstroomlocaties (Rijn)</b>				
MM1_Kollerinsel	Z-RN-MM1_Kollerinsel			
MM1_Flotzgruen	Z-RN-MM1_Flotzgruen			
MM1_Vol1	Z-RN-MM1_Vol1			
MM1_Vol2	Z-RN-MM1_Vol2			
MM1_Vol3	Z-RN-MM1_Vol3			
MM1_Vol4	Z-RN-MM1_Vol4			
MM1_Vol5	Z-RN-MM1_Vol5			
MM1_Vol6	Z-RN-MM1_Vol6			
MM1_Vol7	Z-RN-MM1_Vol7			
MM1_Vol8	Z-RN-MM1_Vol8			
MM1_Vol9	Z-RN-MM1_Vol9			
MM1_Vol10	Z-RN-MM1_Vol10			
MM1_Vol11	Z-RN-MM1_Vol11			
MM1_Vol12	Z-RN-MM1_Vol12			
MM1_Vol13	Z-RN-MM1_Vol13			
MM1_Vol14	Z-RN-MM1_Vol14			
RM1_Vol15	Z-RN-RM1_Vol15			
RM1_Vol16	Z-RN-RM1_Vol16			
RM1_Vol17	Z-RN-RM1_Vol17			
RM1_Vol18	Z-RN-RM1_Vol18			
RM1_Vol19	Z-RN-RM1_Vol19			
RM1_Vol20	Z-RN-RM1_Vol20			
RM1_Vol21	Z-RN-RM1_Vol21			
RM1_Vol22	Z-RN-RM1_Vol22			
RM1_Vol23	Z-RN-RM1_Vol23			
RM1_Vol24	Z-RN-RM1_Vol24			
RM1_Vol25	Z-RN-RM1_Vol25			
RM1_Vol26	Z-RN-RM1_Vol26			
AL1_103	Z-RN-AL1_103			
AL1_1031	Z-RN-AL1_1031			
AL1_1032	Z-RN-AL1_1032			
AL1_107	Z-RN-AL1_107			
AL1_W_101_103	Z-RN-W_101_103			
AL1_O_001	Z-RN-AL1_O_001			
AL1_O_002	Z-RN-AL1_O_002			
AL1_O_003	Z-RN-AL1_O_003			

Locatie Id	Name	x	y	z
AL1_O_004	Z-RN-AL1_O_004			
AL1_O_005	Z-RN-AL1_O_005			
AL1_O_006	Z-RN-AL1_O_006			
AL1_O_008	Z-RN-AL1_O_008			
AL1_O_009	Z-RN-AL1_O_009			
AL1_O_010	Z-RN-AL1_O_010			
AL1_O_011	Z-RN-AL1_O_011			
AL1_O_012	Z-RN-AL1_O_012			
AL1_O_013	Z-RN-AL1_O_013			
AL1_O_014	Z-RN-AL1_O_014			
AL1_O_015	Z-RN-AL1_O_015			
AL1_O_016	Z-RN-AL1_O_016			
AL1_O_017	Z-RN-AL1_O_017			
AL1_O_018	Z-RN-AL1_O_018			
AL1_O_021	Z-RN-AL1_O_021			
AL1_O_022	Z-RN-AL1_O_022			
AL1_O_024	Z-RN-AL1_O_024			
AL1_O_025	Z-RN-AL1_O_025			
AL1_O_030	Z-RN-AL1_O_030			
AL1_O_037	Z-RN-AL1_O_037			
AL1_O_039	Z-RN-AL1_O_039			
AL1_O_040	Z-RN-AL1_O_040			
AL1_O_041	Z-RN-AL1_O_041			
AL1_D_019	Z-RN-AL1_D_019			
AL1_D_023	Z-RN-AL1_D_023			
AL1_D_026	Z-RN-AL1_D_026			
AL1_D_027	Z-RN-AL1_D_027			
AL1_D_027b	Z-RN-AL1_D_027b			
AL1_D_031	Z-RN-AL1_D_031			
AL1_D_033	Z-RN-AL1_D_033			
AL1_D_034	Z-RN-AL1_D_034			
AL1_D_035	Z-RN-AL1_D_035			
Synoptic locations				
M-10501	Aachen	6.1000	50.7800	205
M-06735	Adelboden	7.5700	46.5000	1325
M-06712	Aigle	6.9200	46.3300	383
M-06672	Altdorf	8.6300	46.8700	451
M-06391	Arcen-AWS	6.2000	51.5000	19
M-10542	Bad-Hersfeld	9.7300	50.8500	273
M-10658	Bad-Kissingen	10.0800	50.2000	266
M-10430	Bad-lippspringe	8.8300	51.7800	158
M-10526	Bad-Marienberg	7.9700	50.6700	555
M-10325	Bad-Salzuflen	8.7500	52.1000	139
M-10675	Bamberg	10.9200	49.8800	243
M-06601	Basel-Binni	7.5800	47.5500	317
M-06458	Beauvechain	4.770	50.750	127
M-10515	Bendorf	7.5800	50.4200	129
M-06631	Bern-Liebef	7.4200	46.9300	567
M-10704	Berus	6.6800	49.2800	367

Locatie Id	Name	x	y	z
M-06478	Bierset	5.450	50.650	178
M-10406	Bocholt	6.5300	51.8300	24
M-10519	Bonn-Roleber	7.2000	50.7300	168
M-11101	Bregenz	9.7500	47.5000	438
M-10645	Breitsol	9.4300	49.9000	581
M-11128	Brenner	11.5200	47.0000	1450
M-06451	Brussel	4.530	50.900	58
M-06633	Buchs-Suhr	8.0800	47.3800	389
M-10613	Buechel	7.0700	50.1700	486
M-06705	Changins	6.2300	46.4000	432
M-06449	Charleroi	4.450	50.470	192
M-06605	Chasseral	7.0700	47.1300	1631
M-06786	Chur-Ems	9.5300	46.8700	556
M-06759	Cimetta	8.8000	46.2000	1648
M-10671	Coburg	10.9800	50.2800	323
M-07197	Colmar	7.4000	47.9200	217
M-06756	Comprovasco	8.9300	46.4700	552
M-06791	Corvatsch	9.8200	46.4200	3299
M-06784	Davos	9.8500	46.8200	1592
M-06260	De Bilt	5.1800	52.1000	15
M-06275	Deelen	5.8800	52.07q	52
M-10615	Deuselbach	7.0500	49.7700	483
M-06782	Disentis	8.8500	46.7000	1180
M-11302	Dornbirn	9.7300	47.4300	410
M-10400	Duesseldorf	6.7700	51.3000	41
M-06370	Eindhoven	5.4200	51.4500	28
M-06377	Ell	5.7700	51.2000	30
M-06496	Elsenborn	6.1800	50.4700	570
M-06655	Engelberg	8.4200	46.8200	1018
M-07173	Epinal	6.4300	48.2000	317
M-10410	Essen	6.9700	51.4000	153
M-06722	Evolene-Ville	7.5200	46.1200	1828
M-06616	Fahy	6.9500	47.4300	597
M-10908	Feldberg-Schwarzwald	8.0000	47.8800	1493
M-11105	Feldkirch	9.6200	47.2700	440
M-06716	Fey	7.2700	46.1800	728
M-06456	Florennes	4.650	50.230	299
M-10637	Frankfurt A.M-Flughafen	8.6000	50.0500	113
M-10803	Freiburg	7.8500	48.0000	300
M-10815	Freudenstadt	8.4200	48.4500	801
M-10439	Fritzlar	9.2800	51.1200	181
M-11110	Galzig	10.2300	47.1300	2080
M-10500	Geilenkirch	6.0500	50.9700	98
M-06700	Geneve-Cointrin	6.1300	46.2500	416
M-10532	Giessen	8.7000	50.5800	195
M-06685	Glarus	9.0700	47.0300	470
M-06463	Goetsenhoven	4.950	50.780	81
M-06744	Grimsel-Hos	8.3300	46.5700	1965
M-10320	Guetersloh	8.3000	51.9200	72

Locatie Id	Name	x	y	z
M-06750	Guetsch	8.6200	46.6500	2284
M-06621	Guettingen	9.2800	47.6000	440
M-10616	Hahn	7.2700	49.9500	498
M-11135	Hahnenkamm/Ehrenbachhoehe	12.3700	47.4200	1760
M-10850	Harburg	10.7000	48.7800	457
M-06278	Heino	6.2700	52.4300	5
M-06356	Herwijnen	5.1500	51.8700	1
M-06788	Hinterrhein	9.1800	46.5200	1619
M-06689	Hoernli	8.9500	47.3700	1144
M-10685	Hof	11.8800	50.3200	568
M-10314	Hopsten	7.5300	52.3300	43
M-06283	Hupsel-AWS	6.6500	52.0700	29
M-10618	Idar-Oberstein	7.3300	49.7000	377
M-11120	Innsbruck-Flughafen	11.3500	47.2700	593
M-06734	Interlaken	7.8700	46.6700	579
M-11310	Ischgl/Idalpe	10.3200	46.9800	2320
M-06730	Jungfraujoeh	7.9800	46.5500	3576
M-10427	Kahler-Asten	8.4800	51.1800	859
M-10404	Kalkar	6.2700	51.7300	43
M-10727	Karlsruhe	8.3700	49.0300	145
M-10946	Kempton	10.3300	47.7200	705
M-06479	Kleine-Brogel	5.4700	51.1700	64
M-10635	Kleiner-Feldberg/Taunus	8.4500	50.2200	802
M-10818	Klippeneck	8.7500	48.1000	975
M-10513	Koeln/Bonn	7.1700	50.8700	100
M-10929	Konstanz	9.1800	47.6800	447
M-11136	Krimml	12.1800	47.2300	1000
M-10771	Kuemmersbruck	11.9000	49.4300	418
M-11130	Kufstein	12.1700	47.5800	508
M-06612	La-Chaux-De-Fonds	6.8000	47.0800	1019
M-06702	La-Dole	6.1000	46.4300	1675
M-06669	Laegern	8.4000	47.4800	866
M-06619	La-Fretaz	6.5800	46.8300	1210
M-10805	Lahr	7.8300	48.3700	157
M-11112	Landeck	10.5700	47.1300	794
M-07015	Lille	3.100	50.570	52
M-06762	Locarno-Magadino	8.8800	46.1700	198
M-06760	Locarno-Monti	8.7800	46.1700	380
M-10418	Luedenscheid	7.6500	51.2500	392
M-06770	Lugano	8.9700	46.0000	276
M-06590	Luxembourg	6.2200	49.6200	379
M-06650	Luzern	8.3000	47.0300	456
M-06380	Maastricht	5.780	50.920	116
M-10729	Mannheim	8.5500	49.5200	100
M-10548	Meiningen	10.3800	50.5700	453
M-10514	Mendig	7.3200	50.3700	190
M-10827	Messstetten	9.0000	48.1800	930
M-07090	Metz-Frescaty	6.1300	49.0800	191
M-10648	Michelstadt-Vielbrunn	9.1000	49.7200	455



Locatie Id	Name	x	y	z
M-06609	Moleson	7.0200	46.5500	1973
M-06724	Montana	7.4800	46.3200	1508
M-10736	Muehlacker	8.8700	48.9700	245
M-10315	Muenster-Osnabrueck	7.7000	52.1300	53
M-07180	Nancy-Essey	6.2200	48.6800	217
M-07181	Nancy-Ochey	5.9700	48.5800	350
M-06639	Napf	7.9300	47.0000	1406
M-06604	Neuchatel	6.9500	47.0000	487
M-10557	Neuhaus-A.R.	11.1300	50.5000	851
M-10743	Niederstett	9.9700	49.4000	473
M-10502	Noervenich	6.6700	50.8300	135
M-10506	Nuerburg-Barweiler	6.8700	50.3500	485
M-10763	Nuernberg	11.0500	49.5000	318
M-11127	Obergurgl	11.0300	46.8700	1937
M-10948	Oberstdorf	10.2800	47.4000	812
M-10742	Oehringen	9.5200	49.2200	277
M-11126	Patscherkofel	11.4700	47.2200	2247
M-06610	Payerne	6.9500	46.8200	491
M-06659	Pilatus	8.2500	46.9800	2110
M-06753	Piotta	8.6800	46.5200	1016
M-11316	Pitztaler-Gletscher	10.8800	46.9300	2850
M-06628	Plaffeien-Oberschrot	7.2700	46.7500	1041
M-06711	Pully	6.6700	46.5200	462
M-06664	Reckenholz	8.5200	47.4300	441
M-07070	Reims	4.040	49.300	99
M-11116	Reutte/Tirol	10.7500	47.5000	870
M-10306	Rheine-Bentlage	7.3800	52.3000	49
M-06794	Robbia	10.0700	46.3500	1078
M-06751	Robiei-Ti	8.5200	46.4500	1898
M-10765	Roth	11.1000	49.2200	395
M-06645	Ruenenberg	7.8800	47.4300	610
M-10708	Saarbruecken-Ensheim	7.1200	49.2200	320
M-06680	Saentis	9.3500	47.2500	2500
M-06792	Samedam-Flugplatz	9.8800	46.5300	1706
M-06783	San-Bernardino	9.1800	46.4700	1638
M-06465	Schaffen	5.0700	51.0000	54
M-06620	Schaffhausen	8.6200	47.6800	437
M-10552	Schmuecke	10.7700	50.6500	948
M-06798	Scuols	10.2800	46.8000	1295
M-10828	Sigmaringen	9.2500	48.1000	646
M-10735	Sinsheim	8.8800	49.2500	169
M-06720	Sion	7.3300	46.2200	481
M-06265	Soesterberg	5.2800	52.1300	25
M-10558	Sonneberg-Neufang	11.1800	50.3800	630
M-06490	Spa-La-Sauveniere	5.9200	50.4800	482
M-07169	St. Dizier	4.900	48.630	140
M-07061	St. Quentin	3.200	49.820	101
M-06470	St. Truiden	5.200	50.800	75
M-11109	St-Anton-Am-Arlberg	10.3200	47.1300	1275

<b>Locatie Id</b>	<b>Name</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>z</b>
M-06681	St-Gallen	9.4000	47.4300	791
M-06476	St-Hubert	5.4000	50.0300	557
M-10836	Stoetten	9.8700	48.6700	738
M-07190	Strasbourg-Entzheim	7.6300	48.5500	154
M-10738	Stuttgart-Echterdingen	9.2300	48.6800	396
M-10739	Stuttgart-Schnarrenberg	9.2000	48.8300	315
M-06679	Taenikon	8.9000	47.4800	538
M-10706	Tholey	7.0500	49.4800	398
M-10609	Trier-Petrisberg	6.6700	49.7500	273
M-06290	Twenthe	6.9000	52.2700	57
M-06447	Ukkel	4.350	50.800	104
M-06990	Vaduz-Liechtenstein	9.5200	47.1300	463
M-11252	Virgen	12.4500	47.0000	1191
M-06727	Visp	7.8500	46.3000	642
M-06375	Volkel	5.7000	51.6500	21
M-06673	Waedenswil	8.6800	47.2200	485
M-10535	Wahlen	9.1300	50.8200	350
M-11308	Warth	10.1800	47.2500	1475
M-10544	Wasserkuppe	9.9500	50.5000	925
M-10724	Weinbiet	8.1200	49.3800	557
M-10761	Weissenburg	10.9700	49.0200	424
M-06780	Weissfluhjoch	9.8200	46.8300	2667
M-10655	Wuerzburg	9.9700	49.7700	272
M-06643	Wynau	7.7800	47.2500	416
M-06748	Zermatt	7.7500	46.0300	1621
M-06660	Zurich-(Ville)	8.5700	47.3800	569
M-06670	Zurich-Kloten	8.5300	47.4800	432
<b>Grid locations</b>				
ECMWF	ECMWF	4.000	50.000	0
ECMWF-EPS	ECMWF-EPS	4.000	50.000	0
DWD-GME	DWD-GME	0.750	55.500	0
DWD-LM	DWD-LM	3.233	54.658	0
KNMI-HIRLAM	KNMI HIRLAM	5.000	52.000	0

## B Parameters

Lijst met in het FEWS-NL gebruikte parameters, zoals geconfigureerd in ‘Parameters 1.00 default’.

ParameterID	ParameterName	Unit	Measurement Type	Period	Description
H.m	Water level (H.m)	m	Instantaneous	Update	Measured Water Level
H.astro	Water level (H.astro)	m	Instantaneous	Update	Astronomical tide
H.ut	Water level (H.ut)	m	Instantaneous	Update	Water level SOBEK boundary
H.uts	Water level (H.surge.update)	m	Instantaneous	Update	Surge Water level SOBEK boundary
H.ft	Water level (H.ft)	m	Instantaneous	Forecast	Surge
H.fts	Water level (H.fst)	m	Instantaneous	Forecast	TargetLevel Lake boundary SOBEK
H.tl	Water level (H.tl)	m	Instantaneous	Update	Water Level from SOBEK simulation
H.us	Water level (H.us)	m	Instantaneous	Update	Water Level from SOBEK simulation
H.fs	Water level (H.fs)	m	Instantaneous	Update	Water level from external forecast
H.fx	Water level (H.fx)	m	Instantaneous	Forecast	Water level from MLR one day ahead forecast
H.mlr1	Water level (H.mlr1)	m	Instantaneous	Forecast	Water level from MLR two day ahead forecast
H.mlr2	Water level (H.mlr2)	m	Instantaneous	Forecast	Water level from MLR three day ahead forecast
H.mlr3	Water level (H.mlr3)	m	Instantaneous	Forecast	Water level from MLR four day ahead forecast
H.mlr4	Water level (H.mlr4)	m	Instantaneous	Forecast	Water level from MLR two day ahead forecast using $dwd -lm$
H.mlrdwd2	Water level (H.mlrdwd2)	m	Instantaneous	Forecast	Water level from MLR three day ahead forecast using $dwd -lm$
H.mlrdwd3	Water level (H.mlrdwd3)	m	Instantaneous	Forecast	Water level from MLR four day ahead forecast using $dwd -lm$
H.mlrdwd4	Water level (H.mlrdwd4)	m	Instantaneous	Forecast	Forecasted Precipitation from Grid
P.fg	Precipitation (P.fg)	mm	Accumalative	Forecast	Interpolated Forecasted Precipitation
P.ifx	Precipitation (P.ifx)	mm	Accumalative	Forecast	Forecasted Snow from Grid
P.ifs	Snow (P.ifs)	mm	Accumulative	Forecast	Interpolated Measured Precipitation
P.im	Precipitation (P.im)	mm	Accumalative	Update	Measured Precipitation at Meteo Station
P.m	Precipitation (P.m)	mm	Accumalative	Update	Aggregated measured Precipitation
P.agg	Precipitation (P.agg)	mm	Accumalative	Update	Measured Precipitation at Synop Station
P.06	Precipitation (P.06)	mm	Accumalative	Update	

ParameterID	ParameterName	Unit	Measurement Type	Period	Description
P.12	Precipitation (P.12)	mm	Accumalative	Update	Measured Precipitation at Synop Station
Q.fh	Discharge (Q.fh)	m3/s	Instantaneous	Forecast	Discharge from HBV (qcout)
Q.fs	Discharge (Q.fh)	m3/s	Instantaneous	Forecast	Discharge from SOBEK
Q.fah	Discharge (Q.fah)	m3/s	Instantaneous	Forecast	Error corrected discharge from HBV
Q.m	Discharge (Q.m)	m3/s	Instantaneous	Update	Measured Discharge
Q.us	Discharge (Q.us)	m3/s	Instantaneous	Update	Discharge from SOBEK
Q.uh	Discharge (Q.uh)	m3/s	Instantaneous	Update	Discharge from HBV (qcout)
Q.uah	Discharge (Q.uah)	m3/s	Instantaneous	Update	Error corrected discharge from HBV
Q.uls	Discharge (Q.uls)	m3/s	Instantaneous	Update	Lateral discharges into/from SOBEK
Q.flS	Discharge (Q.flS)	m3/s	Instantaneous	Update	Lateral discharges into/from SOBEK
Q.fx	Discharge (Q.fx)	m3/s	Instantaneous	Update	Discharge from external forecast
Q.mlr1	Discharge (Q.mlr1)	m	Instantaneous	Forecast	Discharge from MLR one day ahead forecast
Q.mlr2	Discharge (Q.mlr2)	m	Instantaneous	Forecast	Discharge from MLR two day ahead forecast
Q.mlr3	Discharge (Q.mlr3)	m	Instantaneous	Forecast	Discharge from MLR three day ahead forecast
Q.mlr4	Discharge (Q.mlr4)	m	Instantaneous	Forecast	Discharge from MLR four day ahead forecast
Q.mlrdwd2	Discharge (Q.mlrdwd2)	m	Instantaneous	Forecast	Discharge from MLR two day ahead forecast using dwd-lm
Q.mlrdwd3	Discharge (Q.mlrdwd3)	m	Instantaneous	Forecast	Discharge from MLR three day ahead forecast using dwd-lm
Q.mlrdwd4	Discharge (Q.mlrdwd4)	m	Instantaneous	Forecast	Discharge from MLR four day ahead forecast using dwd-lm
T.fg	Temperature (T.fg)	°C	Instantaneous	Forecast	Forecasted Temperature from Grid
T.fx	Temperature (T.fx)	°C	Instantaneous	Forecast	Forecasted Temperature at Support Station
T.ifx	Temperature (T.ifx)	°C	Instantaneous	Update	Interpolated Forecasted Temperature
T.im	Temperature (T.im)	°C	Instantaneous	Update	Interpolated Measured Temperature
T.m	Temperature (T.m)	°C	Instantaneous	Update	Measured Temperature at Meteo Station
T.mmin	Temperature (T.m)	°C	Instantaneous	Update	Measured minimal Temperature at KNMI synop station
T.mmax	Temperature (T.m)	°C	Instantaneous	Update	Measured maximal Temperature at KNMI synop station